

**T.C.  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ**

**İLKÖĞRETİM VE YÜKSEKÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNİN FARKLI  
DİSİPLİN ALANLARI AÇISINDAN ENERJİ KONUSU ÜZERİNE  
KAVRAMSAL ANLAMALARI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HASAN ÖZCAN**

**Balıkesir, Aralık - 2006**

T.C.  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ


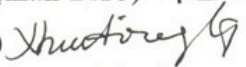

İLKÖĞRETİM VE YÜKSEKÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNİN FARKLI  
DİSİPLİN ALANLARI AÇISINDAN ENERJİ KONUSU ÜZERİNE  
KAVRAMSAL ANLAMALARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HASAN ÖZCAN

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Mustafa Sabri KOCAKÜLAH

Sınav Tarihi: 27.12.2006

Jüri Üyeleri: Yrd. Doç. Dr. Mustafa Sabri KOCAKÜLAH (Danışman-BAÜ)   
Yrd. Doç. Dr. Nursen AZİZOĞLU (BAÜ)   
Yrd. Doç. Dr. Serap ÖZ AYDIN (BAÜ) 

Balıkesir, Aralık – 2006

**Bu yüksek lisans tez çalışması, 2006/11 no'lu araştırma projesi olarak Balıkesir Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.**

## ÖZET

# İLKÖĞRETİM VE YÜKSEKÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNİN FARKLI DİSİPLİN ALANLARI AÇISINDAN ENERJİ KONUSU ÜZERİNE KAVRAMSAL ANLAMALARI

Hasan ÖZCAN

Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,  
İlköğretim Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi

(Yüksek Lisans Tezi /Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Mustafa Sabri KOCAKÜLAH)

Balıkesir, 2006

Son yıllarda fen eğitimindeki araştırmaların farklı öğrenim düzeyindeki öğrencilerin çeşitli konularda kavramsal anlamalarının ortaya konmasına yoğunlaştığı görülmektedir. Öğrencilerin öğrenme gücü çektığı noktaların tespiti amacı ile yola çıkılan bu araştırmalardan elde edilen sonuçların, bireyin kavramsal gelişimini olumsuz yönde etkileyeceği kanısından hareketle, öğretim sürecinde dikkate alınmasının gerekliliği de tartışılmaz bir gerçektir.

Bu çalışmanın amacı ilköğretim 8. sınıf ve Fen Bilgisi öğretmenliği Ana Bilim Dalında 1., 2., 3., 4. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin, farklı fen alanlarında (Fizik, Kimya, Biyoloji) yer alan ve disiplinler arası bir kavram olan enerji konusunda sahip olduğu kavramsal anlamalarını belirlemektir. Gerek ilköğretim gerekse üniversite düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin; enerji kavramını hangi fen alanı ile ilişkilendirdiklerinin ve farklı fen alanlarındaki (Fizik, Kimya, Biyoloji) enerji konularında bu öğrenci gruplarının kavramsal anlama düzeylerinin belirlenmesi ve bu fen alanlarında öğrenme gücü çektikleri noktaların tespiti de alt amaçlar olarak sıralanabilir. Bir taraftan soyut kavramların öğretimi ve öğrenimi süreçlerinde yaşanan zorluklar, bir yandan da disiplinler arası kavramların araştırma konularına indirgenme gücü düşünülüğünde, bu iki durumu da kapsar nitelikteki enerji kavramının ayrıcalıklı bir yere sahip olduğu söylenebilir. Bu araştırmanın ilköğretim ve üniversite öğrencileri arasında, enerji kavramı ile ilgili fikirlerini karşılaştırma imkanı sağlaması da araştırmanın bir diğer boyutudur.

Araştırma, betimleyici tarama modelindedir. Araştırmanın örneklemini, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Ana Bilim Dalı 1., 2., 3., ve 4. sınıf birinci ve ikinci öğretimde öğrenim gören toplam 301 öğrenci ile Balıkesir İl Milli Eğitim Müdürlüğüne bağlı Balıkesir il merkezinde yer alan rastgele seçilmiş 5 ilköğretim okulunun 8. sınıfında öğrenim gören toplam 267 öğrenci oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak ilköğretim ve üniversite grupları için iki ayrı kavramsal anlama testi geliştirilmiştir. Ayrıca ilköğretim örnekleminde 10, üniversite örnekleminde ise 12 öğrenci ile kavramsal anlama testlerinin devamı niteliğinde, derinlemesine bilginin açığa vurulması adına yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Aynı örneklem gruplarının fen 'e yönelik tutumlarının belirlenmesi amacı ile de diğer bir veri toplama aracı olan Fen Bilgisi dersine yönelik tutum ölçeği uygulanmıştır.

Araştırmadan elde edilen bulgular temelinde, ilköğretim ve üniversite öğrencilerinin enerji konularında çeşitli öğrenme güçlüklerine sahip olduğu söylenebilir. Bunun yanında, ilköğretim ve üniversite öğrencilerinin enerji konularında bilimsel olarak kabul edilebilir açıdan kavramsal anlama oranlarının benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Enerji kavramı ile öğrencilerde canlanan ilk kavramların örneklem grupları arasında farklılık arz ettiği buna karşılık öğrencilerin görsel ifadeler açısından yaptıkları seçimlerde ve enerji kavramını ilişkilendirdikleri alanlar incelendiğinde benzerliklere rastlanılmıştır. Buna ek olarak ilköğretim ve üniversite öğrencilerinin fen' e yönelik tutumları ile cinsiyetleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Araştırmada son olarak enerji konusu ile ilgili sınıf içi öğretim uygulamalarına, öğrencilerdeki kavramsal gelişime, öğretim programına, öğretmen eğitimine yönelik önerilere ve

araştırmacının bu araştırma s¼recinde karşılaştığı zorluk ve deneyimler ekseninde, bu konuda çalışma yapacak olan başka araştırmacılara y¼nelik ¼nerilere yer verilmiştir.

**ANAHTAR S¼ZC¼KLER:** Fen Bilgisi Eğitimi, Enerji, Kavramsal Anlama, Kavram Yanılgıları, ¼đretmen Yetiştirme

## **ABSTRACT**

# **PRIMARY AND UNIVERSITY STUDENTS' CONCEPTUAL UNDERSTANDING ON ENERGY TOPIC FROM DIFFERENT SUBJECT AREAS VIEWPOINT**

**Hasan ÖZCAN**

Balikesir University, Institute of Science, Department of Primary Education,  
Primary Science Education

**(MSc. Thesis / Supervisor: Asst. Prof. Dr. Mustafa Sabri KOCAKÜLAH)  
Balikesir, Turkey, 2006**

It has been found out that studies in science education focus on revealing the conceptual understandings of students about several topics from different academic levels. It is undoubtedly a real fact that the results obtained from the researches, which aim at determining the points of learning difficulties students experience and the negative effect of those on an individual's conceptual development should take into consideration during teaching.

The aim of this study is to determine the conceptual understandings of students from grade 8 and the first, second, third and the fourth year university primary science education about energy concept which is a inter-science topic and takes place in different science areas such as physics, chemistry and biology. The secondary aims of the study are to reveal which science area is associated with the concept of energy, to define the level of conceptual understanding of students groups about energy concept in different science areas and to monitor the points of learning difficulties in those areas for both primary and university students. It can be argued that the energy concept has a privileged status since the difficulties experienced during teaching and learning processes of abstract notions and the problems experienced in reducing the interdisciplinary concepts to research subjects are all related to energy concept. The possibility of the comparison of primary and university students' ideas about the energy concept is another dimension of the study.

The methodological design of this research is considered to be a descriptive survey study. The sample of the study consists of 301 students in all morning and evening classes of primary science education department at Balikesir University and 267 students at randomly selected grade 8 students in five primary schools at the city centre of Balikesir. Two conceptual understanding tests were developed for primary and university students groups as data collection instruments. In addition, semi-constructed interviews were conducted with 10 primary school and 12 university students so as to obtain deeper understanding of students' ideas. An attitude scale was also administered to both student groups to measure attitudes of students towards science.

Findings obtained from the study show that primary and university students have several learning difficulties about the energy concept. Moreover, the proportion of primary and university students responding scientifically acceptable explanations was found to be similar. The difference was also appeared between the sample groups when they first thought of energy and exemplify this with a concept but the same results were not appeared in the choice of visual expressions and in the science areas connected with the energy concept. Furthermore, there was no statistically significant difference between the attitudes of primary and university students in terms of their sex.

Finally, the implications were drawn for in-class teaching practices, concept development in students, curriculum development and teacher training. Also suggestions were given to the researchers who interested in studying conceptual understanding of students in the light of the researcher's experiences and the difficulties experienced throughout the study.

**KEY WORDS:** Primary science education, energy, conceptual understanding, misconceptions, teacher training.

## İÇİNDEKİLER

## Sayfa

ÖZET, ANAHTAR SÖZCÜKLER	ii
ABSTRACT, KEY WORDS	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİL LİSTESİ	ix
TABLO LİSTESİ	xi
ÖNSÖZ	xiv
<b>1. GİRİŞ</b>	1
1.1 Öğrenme ve Öğrenme Kuramları	2
1.2 Anlamli Öğrenme	10
1.3 Kavramsal Anlama	11
1.4 Kavram, Kavram Öğretimi ve Kavram Gelişim	13
1.5 Kavram Yanılgıları ve Doğası	15
1.6 Kavram Yanılgılarının Giderilmesi	19
1.7 Problem	20
1.8 Araştırmanın Amacı	22
1.9 Araştırmanın Önemi	23
1.10 Sayıtlılar	25
1.11 Sınırlılıklar	25
1.12 Araştırma Soruları	26
1.13 Araştırmanın Yapısı	28
<b>2 ALAN YAZIN İNCELEMESİ</b>	29
2.1 Enerji Kavramının Kavramsal Olarak Anlaşılması Üzerine Yapılmış Çalışmalar	29
2.2 Enerji Kavramı ile İlgili Tespit Edilmiş Kavram Yanılgıları	40
2.3 Enerji Kavramının Anlaşılmasında Yaşanan Güçlükler ve Öğrencilerin Sahip Olduğu Alternatif Yapılar	49
2.4 Enerji Kavramı ile İlgili Kaynak Kitap Analizi	55
2.5 Enerji Kavramının Gelişimi ve Öğretimi	56

<b>3</b>	<b>YÖNTEM</b>	<b>63</b>
3.1	Araştırma Modeli	63
3.2	Evren ve Örneklem	64
3.2.1	İlköğretim Düzeyi Örneklem Grupları	65
3.2.2	Üniversite Düzeyi Örneklem Grupları	66
3.3	Veri Toplama Araçları	66
3.3.1	Kavramsal Anlama Testleri	69
3.3.1.1	İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerine Yönelik Geliştirilen Kavramsal Anlama Testi	74
3.3.1.2	Üniversite Öğrencilerine Yönelik Geliştirilen Kavramsal Anlama Testi	77
3.3.1.3	Kavramsal Anlama Testlerinin Uygulanması	77
3.3.2	Görüşme Soruları	79
3.3.2.1	Görüşme Süreci ve Uygulama	79
3.3.2.2	İlköğretim 8. Sınıf Öğrencileri İçin Hazırlanan Görüşme Soruları	81
3.3.2.3	Üniversite Öğrencileri İçin Hazırlanan Görüşme Soruları	84
3.3.3	Tutum Ölçeği	85
3.3.3.1	Fen Bilgisi Tutum Ölçeğinin Uygulanması	87
3.3.4	Veri Toplama Araçları ile İlgili Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları	87
3.3.4.1	Geçerlik	87
3.3.4.2	Güvenirlik	89
3.4	Verilerin Analizi	91
3.4.1	Kavramsal Anlama Testlerinin Analizi	91
3.4.2	Veri Analizinde İkincil Araştırmacıların Kullanılması	98
3.4.3	Görüşme Sorularının Analizi	99
3.4.4	Fen Bilgisi Tutum Ölçeğinin Analizi	99
<b>4</b>	<b>BULGULAR VE YORUM</b>	<b>101</b>
4.1	İlköğretim 8. Sınıf ve Üniversite Öğrencilerine Uygulanan Kavramsal Anlama Testlerinde Yer Alan Ortak Sorulara İlişkin Bulgular	102
4.1.1	İlköğretim 8. Sınıf ve Üniversite Öğrencilerine Uygulanan Kavramsal Anlama Testlerinin 1. Sorusuna Ait Bulgular	102
4.1.2	İlköğretim 8. Sınıf ve Üniversite Öğrencilerine Uygulanan Kavramsal Anlama Testlerinin 2. Sorusuna Ait Bulgular	113
4.1.3	İlköğretim 8. Sınıf ve Üniversite Öğrencilerine Uygulanan Kavramsal Anlama Testlerinin 3. Sorusuna Ait Bulgular	117
4.1.4	İlköğretim 8. Sınıf ve Üniversite Öğrencilerine Uygulanan Kavramsal Anlama Testlerinin 4. Sorusuna Ait Bulgular	128
4.1.5	İlköğretim 8. Sınıf ve Üniversite Öğrencilerine Uygulanan Kavramsal Anlama Testlerinin 5. Sorusuna Ait Bulgular	150



4.1.6	İlköğretim 8. Sınıf ve Üniversite Öğrencilerine Uygulanan Kavramsal Anlama Testlerinin 8. Sorusuna Ait Bulgular	165
4.2	İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlama Testinde Yer Alan Soruların Yanıtlarına İlişkin Bulgular	171
4.2.1	İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerine Uygulanan Kavramsal Anlama Testinin 6. Sorusuna Ait Bulgular	171
4.2.1.1	İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerine Uygulanan Kavramsal Anlama Testinin 6. Sorusunun İlk Kısımına Ait Bulgular	172
4.2.1.2	İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerine Uygulanan Kavramsal Anlama Testinin 6. Sorusunun İkinci Kısımına Ait Bulgular	177
4.2.2	İlköğretim 8. Sınıf Düzeyine Uygulanan Kavramsal Anlama Testinin 7. Sorusuna Ait Bulgular	182
4.3	Üniversite Öğrencilerine Uygulanan Kavramsal Anlama Testlerinde Yer Alan Sorulara İlişkin Bulgular	188
4.3.1	Üniversite Öğrencilerine Uygulanan Kavramsal Anlama Testinin 6. Sorusuna Ait Bulgular	188
4.3.2	Üniversite Düzeyine Uygulanan Kavramsal Anlama Testinin 7. Sorusuna Ait Bulgular	195
4.4	İlköğretim 8. Sınıf ve Üniversite Düzeyine Uygulanan Fen Bilgisi Tutum Ölçeğine İlişkin Bulgular	200
<b>5</b>	<b>SONUÇ VE ÖNERİLER</b>	<b>203</b>
5.1	Sonuçlar ve Tartışma	203
5.2	Öneriler	233
5.2.1	Öğretim Uygulamalarına Yönelik Öneriler	233
5.2.2	Kavramsal Gelişime Yönelik Öneriler	234
5.2.3	Öğretim Programına Yönelik Öneriler	235
5.2.4	Öğretmen Eğitimine Yönelik Öneriler	236
5.2.5	Bu konuda Çalışma Yapacak Olan Araştırmacılara Yönelik Öneriler.....	236
5.2.6	Araştırmacının Karşılaştığı Zorluk ve Deneyimler	237
<b>6</b>	<b>KAYNAKLAR</b>	<b>239</b>
<b>7</b>	<b>EKLER</b>	<b>252</b>
EK A	İlköğretim Öğrencileri İçin Geliştirilen Kavramsal Anlama Testi	252
EK B	Üniversite Öğrencileri İçin Geliştirilen Kavramsal Anlama Testi	257
EK C	İlköğretim 8 Sınıf Öğrencileri İçin Hazırlanan Görüşme Formu	261
EK D	Üniversite Öğrencileri İçin Hazırlanan Görüşme Formu	263
EK E	İlköğretim ve Üniversite Öğrencilerine Uygulanan Fen Bilgisi Tutum Ölçeği	265
EK F	Enerji konusunda Hazırlanmış Dallanmış Ağaç Örneği	266
EK G	Enerji Konusunda Hazırlanmış Yapılandırılmış Grid Örneği	267
EK H	Enerji konusunda 5E Modeline Göre Hazırlanmış Günlük Ders Planı Örneği-1	268

EK I	Enerji konusunda 5E Modeline Göre Hazırlanmış Günlük Ders Planı Örneği-2	270
EK İ	Enerji Kavram Analizi	272

## ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u> <u>Numarası</u>	<u>Adı</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1	Fen Bilgisi Dersi İçerisinde Fizik, Kimya ve Biyolojinin Bütünleştirilmesi	22
Şekil 2.1	Bir Cismin Eğik Düzlem Üzerinde Hareketi	34
Şekil 2.2	Ağır Bir Kutunun Tepeye Doğru İtilmesi	37
Şekil 2.3	Yemek Yiyen Çocuk	37
Şekil 2.4	Öğrencilerin Enerjiyi Tanımlarken Kullandıkları Mecazi İfadeler	39
Şekil 3.1	Kavramsal Anlama Testlerinin 6. Sorusunun Ön Deneme ve Pilot Çalışmadaki Hali	70
Şekil 3.2	Kavramsal Anlama Testlerinin 6. Sorusunun Gerçek Uygulamadaki Son Hali	70
Şekil 3.3	Enerji Konusu ile İlgili Kavramsal Anlama Testindeki Soruların Dağılımı	73
Şekil 3.4	Tutum-Davranış İlişkisi	86
Şekil 3.5	243 Kod Numaralı İlköğretim 8. Sınıf Öğrencisinin KAT' deki 1. Sorunun A ve B Kısımına Verdiği Yanıttan Orijinal Bir Kesit	92
Şekil 3.6	KAT' larda Bulunan 8. Sorunun Analizinde Kullanılan Yanıt Şablonu	93
Şekil 3.7	Tutarlılık Yüzdesi Bağıntısı	98
Şekil 4.1	KAT-1 ve KAT-2'de Yer Alan 1. Soru	102
Şekil 4.2	Şekil 4.1 KAT-1 1. Sorusunun İlk Kısmının Kavram Boyutunda Analizi	103
Şekil 4.3	KAT-2 1. Sorusunun İlk Kısmının Kavram Boyutunda Analizi	104
Şekil 4.4	KAT-1 1. Sorusunun 2. Kısmının Fen Disiplinleri Boyutunda Analizi	105
Şekil 4.5	KAT-2 1. Sorusunun 2. Kısmının Fen Disiplinleri Boyutunda Analizi	105
Şekil 4.6	KAT-1 1. Sorusunun 2. Kısmının Kavram Boyutunda Analizi	106
Şekil 4.7	KAT-2 1. Sorusunun 2. Kısmının Kavram Boyutunda Analizi	107
Şekil 4.8	KAT-2 1. Sorusunun 2. Kısmının Fen Disiplinleri Boyutunda Analizi	107
Şekil 4.9	KAT-2 1. Sorusunun 2. Kısmının Fen Disiplinleri Boyutunda Analizi	108
Şekil 4.10	KAT-1 1. Sorusunun 3. Kısmının Kavram Boyutunda Analizi	108
Şekil 4.11	KAT-2 1. Sorusunun 3. Kısmının Kavram Boyutunda Analizi	109
Şekil 4.12	KAT-1 1. Sorusunun 3. Kısmının Fen Disiplinleri Boyutunda Analizi	109
Şekil 4.13	KAT-2 1. Sorusunun 3. Kısmının Fen Disiplinleri Boyutunda Analizi	110
Şekil 4.14	KAT-1 1. Sorusunun Kavram Boyutunda Analizi (Genel)	111
Şekil 4.15	KAT-2 1. Sorusunun Kavram Boyutunda Analizi (Genel)	111
Şekil 4.16	KAT-1 1.Sorusunun Fen Disiplinleri Boyutunda Analizi (Genel)	112
Şekil 4.17	KAT-2 1.Sorusunun Fen Disiplinleri Boyutunda Analizi (Genel)	112
Şekil 4.18	KAT-1 ve KAT-2'de Yer Alan 2. Soru	114
Şekil 4.19	KAT-1 2. Soruya Ait Yapılan İlk Resim Seçiminin Analizi	114

<b><u>Şekil</u></b>	<b><u>Numarası</u></b>	<b><u>Adı</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 4.20	KAT-2 2. Soruya Ait Yapılan İlk Resim Seçiminin Analizi		115
Şekil 4.21	KAT-1 2. Soruya Ait Yapılan İkinci Resim Seçiminin Analizi		116
Şekil 4.22	KAT-2 2. Soruya Ait Yapılan İkinci Resim Seçiminin Analizi		116
Şekil 4.23	KAT-1 2. Soruya Ait Yapılan Üçüncü Resim Seçiminin Analizi		117
Şekil 4.24	KAT-2 2. Soruya Ait Yapılan Üçüncü Resim Seçiminin Analizi		117
Şekil 4.25	KAT-1 ve KAT-2’de Yer Alan 3. Soru		118
Şekil 4.26	KAT-1 ve KAT-2’de Yer Alan 3. Soru İçin Kurulan Düzenek		119
Şekil 4.27	KAT-1 ve KAT-2’de Yer Alan 4. Sorunun İlk Alt Sorusu		129
Şekil 4.28	KAT-1 ve KAT-2’de Yer Alan 4. Sorunun İkinci Alt Sorusu		137
Şekil 4.29	KAT-1 ve KAT-2’de Yer Alan 4. Sorunun Üçüncü Alt Sorusu		144
Şekil 4.30	Kavramsal anlama testi 5. sorusu		151
Şekil 4.31	KAT-1 ve KAT-2’de Yer Alan 5. Soru İçin Kullanılan Animasyondan Bir Kesit		152
Şekil 4.32	KAT-1 ve KAT-2’de Yer Alan 8. Sorusunun İlk Aşaması		161
Şekil 4.33	KAT-1 ve KAT-2’de Yer Alan 8. Sorunun İlk Aşaması İçin Kullanılan Animasyondan Bir Kesit		161
Şekil 4.34	KAT-1 ve KAT-2’de Yer Alan 8. Sorusunun İkinci Aşaması		166
Şekil 4.35	KAT-1 ve KAT-2’de Yer Alan 8. Sorunun İkinci Aşaması İçin Kullanılan Animasyondan Bir Kesit		166
Şekil 4.36	KAT-1 6-a Sorusu		173
Şekil 4.37	KAT-1’ in 6-a Sorusu İçin Kurulan Düzenek		173
Şekil 4.38	KAT-1’ nin 6-b Sorusu		178
Şekil 4.39	KAT-1 ’in 6-b Sorusu İçin Kurulan Düzenek		178
Şekil 4.40	KAT-1’ in 7. Sorusu		183
Şekil 4.41	KAT-1 ve KAT-2’ nin 7.Sorusu İçin Kullanılan Görüşme Kartı		183
Şekil 4.42	KAT-1 ve KAT-2’ nin 7.Sorusu İçin Kullanılan Besin/Enerji Piramidi Materyali		184
Şekil 4.43	KAT-2’nin 6. Sorusu		189
Şekil 4.44	KAT-2’ nin 6. Sorusu İçin Kurulan 1. Düzenek		189
Şekil 4.45	KAT-2’nin 6. Sorusu İçin Kurulan 2. Düzenek		190
Şekil 4.46	KAT-2’nin 7. Sorusu		195

## TABLO LİSTESİ

<b><u>Tablo Numarası</u></b>	<b><u>Adı</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Tablo 1.1	Farklı Öğrenme Kuramlarının Karakteristiklerinin Karşılaştırılması	6
Tablo 2.1	Enerjinin Korunumu ve Tasarrufu ile İlgili Öğrencilere Yöneltilen Bazı Sorular ve Öğrencilerin Bu Sorulara Verdikleri Yanıt Yüzdeleri	61
Tablo.3.1	Araştırmanın Nitel Boyutunu Oluşturan Veri Toplama Araçları	63
Tablo.3.2	Araştırmanın Nicel Boyutunu Oluşturan Veri Toplama Araçları	64
Tablo 3.3	İlköğretim Düzeyine Ait Örneklem-1' in Özellikleri	66
Tablo 3.4	Üniversite Düzeyine Ait Örneklem-2' nin Özellikleri	66
Tablo 3.5	Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçlarının Hazırlanmasına İlişkin Zaman Çizelgesi	69
Tablo 3.6	İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerine ve Üniversite Öğrencilerine Uygulanan Kavramsal Anlama Testlerine Ait Bilgiler	72
Tablo 3.7	İlköğretim Grubu ile Yapılan Görüşmelere Ait Sayısal Bilgiler	80
Tablo 3.8	Üniversite Grubu ile Yapılan Görüşmelere Ait Sayısal Bilgiler	80
Tablo 3.9	Fen Bilgisi Dersi 6., 7., 8. Sınıf Kitaplarında Geçen Enerji Kavramlarının KAT' ta ki Soru/Sorular ile Olan İlgisi	89
Tablo 3.10	Kavramsal Anlama Testlerinde Bulunan Soruların Türlerine Göre Kullanılan Veri Analiz Yöntemleri	91
Tablo 3.11	İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin KAT-1' in 4. Sorusunun İkinci Alt Sorusuna Verdikleri Yanıtlar	95
Tablo 3.12	Üniversite Öğrencilerinin 6. Soruya Verdikleri Yanıtlara Ait Analiz Tablosu	96
Tablo 3.13	Araştırmacı ve Alan Uzmanları Tarafından Yapılan Kodlamalar Arasındaki Tutarlılık Yüzdeleri	99
Tablo 3.14	Tutum Ölçeğinin Değerlendirilme Skalası	100
Tablo 4.1	İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin KAT-1' in 3. Sorusuna Verdikleri Yanıtlar	121
Tablo 4.2	Üniversite Öğrencilerinin KAT-2' nin 3. Sorusuna Verdikleri Yanıtlar	126
Tablo 4.3	İlköğretim ve Üniversite Öğrencilerinin KAT-1 ve KAT-2' nin. 3. Sorusuna Verdikleri Yanıtların Karşılaştırılması	128
Tablo 4.4	İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin KAT-1' in 4. Sorusunun İlk Sorusuna Verdikleri Yanıtlar	131
Tablo 4.5	Üniversite Öğrencilerinin KAT-2' nin 4. Sorusunun İlk Sorusuna Verdikleri Yanıtlar	135
Tablo 4.6	İlköğretim ve Üniversite Öğrencilerinin KAT-1 ve KAT-2' nin. 4. Sorusunun İlk Alt Sorusuna Verdikleri Yanıtların Karşılaştırılması	137
Tablo 4.7	İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin KAT-1' in 4. Sorusunun İkinci Alt Sorusuna Verdikleri Yanıtlar	139
Tablo 4.8	Üniversite Öğrencilerinin KAT-2' nin 4. Sorusunun İkinci Alt Sorusuna Verdikleri Yanıtlar	143

## TABLO LİSTESİ

<b><u>Tablo Numarası</u></b>	<b><u>Adı</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Tablo 4.9	İlköğretim ve Üniversite Öğrencilerinin KAT-1 ve KAT-2' nin. 4. Sorusunun İkinci Alt Sorusuna Verdikleri Yanıtların Karşılaştırılması	143
Tablo 4.10	İlköğretim Öğrencilerinin KAT-1' in 4. Sorusunun Üçüncü Alt Sorusuna Verdikleri Yanıtlar	145
Tablo 4.11	Üniversite Öğrencilerinin KAT-2' nin 4. Sorusunun Üçüncü Alt Sorusuna Verdikleri Yanıtlar	147
Tablo 4.12	İlköğretim ve Üniversite Öğrencilerinin KAT-1 ve KAT-2' nin. 4. Sorusunun Üçüncü Alt Sorusuna Verdikleri Yanıtların Karşılaştırılması	150
Tablo 4.13	İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin KAT-1' in 5. Sorusuna Verdikleri Yanıtlar	152
Tablo 4.14	Öğrencilerinin KAT-2' nin 5. Sorusuna Verdikleri Yanıtlar	158
Tablo 4.15	İlköğretim ve Üniversite öğrencilerinin KAT' in. 5. Sorusuna verdikleri yanıtların karşılaştırılması	158
Tablo 4.16	İlköğretim öğrencilerinin KAT-1' in 8. sorusunun ilk aşamasına verdikleri yanıtlar	162
Tablo 4.17	Üniversite Öğrencilerinin KAT-2' nin 8. Sorusunun İlk Aşamasına Verdikleri Yanıtlar	163
Tablo 4.18	İlköğretim ve Üniversite öğrencilerinin KAT' in. 8 sorusunun ilk aşamasına verdikleri yanıtların karşılaştırılması	165
Tablo 4.19	İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin KAT-1' in 8. Sorusunun İkinci Aşamasına Verdikleri Yanıtlar	167
Tablo 4.20	Üniversite Öğrencilerinin KAT-2' nin 8. Sorusunun İkinci Aşamasına Verdikleri Yanıtlar	169
Tablo 4.21	İlköğretim ve Üniversite Öğrencilerinin KAT' ların. 8. Sorusunun İkinci Aşamasına Verdikleri Yanıtların Karşılaştırılması	170
Tablo 4.22	İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin 6-a Sorusuna Verdikleri Yanıtlar	174
Tablo 4.23	İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin 6-b Sorusuna Verdikleri Yanıtlar	179
Tablo 4.24	İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin 7. Sorusuna Verdikleri Yanıtlar	184
Tablo 4.25	Üniversite Öğrencilerinin 6. Soruya Verdikleri Yanıtlara Ait Analiz Tablosu	190
Tablo 4.26	Üniversite Öğrencilerinin KAT-2' nin 7. Sorusuna Verdikleri Yanıtlar	197
Tablo 4.27	İlköğretim 8. Sınıf ve Üniversite Öğrencilerinin FBYTÖ Puanlarının Karşılaştırılması	200
Tablo 4.28	Üniversite Öğrencilerinin Cinsiyet Değişkenine Göre FBYTÖ Puanlarının Karşılaştırılması	201
Tablo 4.29	Örnekleme Yer Alan Öğrencilerin (İlköğretim 8. sınıf ve Üniversite) Cinsiyet Değişkenine Göre FBYTÖ Puanlarının Karşılaştırılması	202

## TABLO LİSTESİ

<b><u>Tablo Numarası</u></b>	<b><u>Adı</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Tablo 5.1	Enerji Kavramıyla Akla Gelen İlk Kavram Sorusunun Alan yazın ile Karşılaştırmalı Analizi	206
Tablo 5.2	Enerji Kavramıyla Akla İlk Gelen Görsel İfadeler Sorusunun Alan yazın ile Karşılaştırmalı Analizi	207
Tablo 5.3	Enerji Kavramının İlişki Kurulan Fen Disiplinleri Boyutunda Analizi	209
Tablo 5.4	İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Fizik, Kimya ve Biyoloji Alanların Açısından Kavramsal Olarak Tam Anlaşılma Düzeyleri (Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar)	211
Tablo 5.5	Üniversite Öğrencilerinin Fizik, Kimya ve Biyoloji Alanların Açısından Kavramsal Olarak Tam Anlaşılma Düzeyleri (Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar)	211
Tablo 5.6	İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Fizik, Kimya ve Biyoloji Alanların Açısından Kavramsal Olarak Kısmi Anlaşılma Düzeyleri (Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Ama Eksik yanıtlar)	212
Tablo 5.7	Üniversite Öğrencilerinin Fizik, Kimya ve Biyoloji Alanları Açısından Kavramsal Olarak Kısmi Anlaşılma Düzeyleri (Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Ama Eksik Yanıtlar)	213
Tablo 5.8	İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Fizik, Kimya ve Biyoloji Alanların Açısından Kavramsal Olarak Yanlış Anlaşılma Düzeyleri (Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar)	214
Tablo 5.9	Üniversite Öğrencilerinin Fizik, Kimya ve Biyoloji Alanları Açısından Kavramsal Olarak Yanlış Anlaşılma Düzeyleri (Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar)	215
Tablo 5.10	İlköğretim ile Üniversite Öğrencilerinin Fizik Alanındaki Enerji Konularında Sahip oldukları Alternatif Düşüncelerinin Karşılaştırılması	218
Tablo 5.11	İlköğretim ile Üniversite Öğrencilerinin Kimya Alanındaki Enerji Konularında Sahip oldukları Alternatif Düşüncelerinin Karşılaştırılması	223
Tablo 5.12	İlköğretim ile Üniversite Öğrencilerinin Biyoloji Alanındaki Enerji Konularında Sahip oldukları Alternatif Düşüncelerinin Karşılaştırılması	227
Tablo İ.1	İlköğretim Düzeyinde Enerji Kavram Analizi	272
Tablo İ.2	Enerji Kavramının Aşamalılık İlişkisi	286

## ÖNSÖZ

Hiç bitmeyecek duygusu ile hüznün soğuk yüzünü, her an bitebilecek duygusu ile de yeşeren umudun sıcaklığını birlikte tattığım bu uzun soluklu yolda, yolumu aydınlatan değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Mustafa Sabri KOCAKÜLAH' a çok teşekkür ederim.

Çalışmam süresince ne zaman kapılarını aşındırsam ilgi ve desteklerini esirgemeyerek uzman görüşleri ile çalışmama katkı sağlayan Yrd. Doç. Dr. Nursen AZİZOĞLU, Yrd. Doç. Dr. Osman YILDIRIM, ve Dr. Yavuz EGE hocalarıma şükran borçluyum.

Tez çalışmama verdikleri destekten ötürü Balıkesir Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine ve mesai arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Oğulları olmaktan her zaman gurur duyduğum, her şeyimi borçlu olduğum çok kıymetli anneciğim Zeliha ÖZCAN ve çok kıymetli babacığım Fatih ÖZCAN; sizlere hayatımın şu anına kadar ki bölümünün, en bana ait olan hediyesini veriyor ve bu tez çalışmamı sizlere ithaf ediyorum.

**Balıkesir, 2006**

**HASAN ÖZCAN**



## 1. GİRİŞ

İnsanoğlunun varoluşundan beri süregelen kainata hakim olma çabasıyla tohumları atılan bilim ve teknoloji, her geçen gün öngörülemez değişimlerle ve artan bir ivmeyle ilerlemeye devam etmektedir. Gelişen dünyada; ihtiyaçların sınırsız ve elde edilebilirliğinin zor olması, değişen yaşam şartları ve ihtiyaç çeşitliliğinin artması; sorumluluk sahibi, kendini geliştirip-yenileyen, değişime ayak uydurabilen bireylere duyulan ihtiyacı gündeme getirmektedir.

Bu ihtiyaçlara cevap veren toplumlar, bilginin temel üretim aracı olduğu bilgi toplumlarını oluşturmaktadır. Gerek birey gerekse toplum açısından arzu edilen refah seviyesine, zenginliklere ulaşabilmek ancak çağdaş bir eğitimle mümkün olabilmektedir. Bireylerin yeni anlayışlar geliştirmesini sağlayacak ve yaşantılarını daha yaşanılır hale getirecek olan bu eğitimin, uygar dünyanın vasıflarını içerisinde barındırıyor olması ve reformlara açıklığı onu değerli kılan özellikleridir.

Eğitim; bireye bilgi kazandırma ve bilgilendirme işidir. İçinde bulunduğumuz bilgi çağında, eğitimin merkezinde yer alan bir araç olan bilgiyi tüketen değil, üretip işleyen beyin gücü önem kazanmıştır. Gelişen dünyanın kabul ettiği bireyler, kendisine aktarılan bilgileri aynen kabul eden, yönlendirilmeyi ve biçimlendirilmeyi bekleyen değil, bilgiyi yorumlayarak onun oluşum sürecine etkin olarak katılanlardır [1].

İnsan bilgisini dış dünyadan aldığı verilerden elde eder. Bizim dışımızda üretilen, alıp-kullanmakla yetindiğimiz bu veriler anlamlı parçacıklardan oluşmaktadır [2]. Kişi aldığı bu verileri kendi düşünce süzgecinden geçirip kendine özgü bir biçimde algıladığı takdirde “bilgi”lenmiş olur [3]. Bilgi edinimi sonucunu da doğuran, bireydeki davranış değişikliği ancak öğrenmenin gerçekleşmesiyle mümkündür [4].

Diğer bilim alanlarında olduğu gibi fen bilimleri alanında da öğrencilerin öğrenmesi (neyi, nasıl, ne şekilde) ve bu öğrenmenin gerçekleşmesini sağlayıp ona rehberlik edecek öğretimi üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Öğrenci anlamalarının saptanması ve bu anlamalarda meydana gelen değişimlerin ölçülmesinin hedeflendiği bu çalışmalarda; bilimsel olay, olgu ve kavram düzeylerinin belirlenmesine vurgu yapılmaktadır. Bu çalışmaların enerji konusu ile ilgili örneklerine alan yazın bölümünde yer verilmiştir.

Öğrencilerin kavram düzeylerinin belirlenmesi ve buna yönelik kavram öğretimi üzerine yapılan çalışmalar, yabancı alan yazında 70' li yıllarda başlayıp, sonrasında hız kazanmıştır. Ülkemizde de 90' lı yılların ikinci yarısında, üniversitelerdeki yeni yapılanma süreci ile birlikte bu çalışmalara verilen önemin arttığı görülmektedir.

Çalışmanın bundan sonraki bölümünde; öğrenme ve öğrenme yaklaşımları, anlamlı öğrenme, kavramsal anlama, kavram öğretimi, kavram yanılgıları ve kavram yanılgılarının giderilmesi konuları açıklanmakta ve çalışmanın problem durumu irdelenmektedir.

## **1.1 Öğrenme ve Öğrenme Yaklaşımları**

Bilim adamlarının öğrenmeye olan ilgisi insanlık tarihi kadar eskilere dayanır. Eski yunan filozoflarından Plato' ya göre öğrenme, insanın ruhunun gördüklerini veya emdiklerini geri çağırma, akla getirme, hatırlatma sürecidir [5].

Plato' dan günümüze kadar gelinen süreçte yapılan bir çok çalışmada, öğrenmenin ne olduğu ve nasıl gerçekleştiği açıklanmaya çalışılmıştır. Öğrenmenin doğasını açıklama iddiasında olan bu çalışmalarla birlikte farklı öğrenme kuramları (bilişsel, davranışçı, duyuşsal, nörofizyolojik vb.) ortaya atılmıştır. Bu çalışmada, aşağıda sıralanan iki temel öğrenme kuramından söz edilecektir.

- Davranışçı öğrenme kuramı
- Bilişsel öğrenme kuramı

Davranışçı öğrenme kuramı, bireyin ölçülebilir ve gözlenebilir davranışları üzerinde yoğunlaşmakta ve öğrenmenin uyarıcı-tepki arasında kurulan bir bağ ile gerçekleştiğini savunmaktadır. Davranışçı kuramda, öğrenme kaslardan başlar beyine doğru gider [4].

İlk kez 1800' lerde ortaya konan ve yirminci yüzyılın başlarında etkisini göstermeye başlayan davranışçı kuram, geleneksel davranışçılar Aristo, Descartes, Lock ve Rousseau' nun öğrenmenin doğası ile ilgili felsefi görüşlerini temel almaktadır [6]. Rusya' da İvan Pavlov' un ve Amerika Birleşik Devletleri' nde Edward Torndike' in çalışmaları ile başlayan davranışçı kuramın, önde gelen isimleri arasında Guthrie, Watson, Hull, ve Skinner' de yer almaktadır [7].

Bacanlı ve Özden' e göre davranışçı kuramın öğretim ilkeleri aşağıda sıralanmaktadır.

- Öğrenme kuralları uyarıcı ile tepki arasındaki bağlantılara dayanır [7].
- İnsanın duygu, düşünce, güdü gibi özellikleri doğrudan gözlenip ölçülemeyeceğine, bu nedenle de bilimsel olarak ele alınıp araştırılmayacağına inanılır. Organizma bir “kara kutu” dur. Kutuya giren (uyarıcı) ve kutudan çıkan (tepki) ölçülebilir ve gözlenebilir. Ama kutunun içinde ne olup bittiği pek anlaşılabilir [7].
- Öğrenmede organizma, çevresel uyarıcılar tarafından şartlandırılmaktadır [7].
- Öğrenme kısa ve öz bir şekilde ifade edilebilir. İster basit, ister karmaşık olsun, tüm öğrenmeler aynı basit kurallarla açıklanabilir [7].
- John Locke' un insan zihni anlayışında olduğu gibi, insan zihni doğduğunda boş bir levhadır [7].
- Öğrenme, fiziksel konular gibi ölçülebilir ve gözlenebilir olaylar üzerinde odaklanarak incelenebilir [7].

- İnsanın öğrenmesi ile diğer canlıların öğrenmeleri birbirlerine benzemektedir. Bir köpek nasıl öğreniyorsa, insanın öğrenmesinde de aynı kurallar geçerlidir [7].
- Yaparak öğrenme esastır [2].
- Öğrenmede pekiştirme önemli bir yer tutar [2].
- Becerilerin kazanılmasında ve öğrenilenlerin kalıcılığının sağlanmasında tekrar önemlidir [2].
- Öğrenmede güdülenmenin çok önemli bir yeri vardır [7].

Davranışçı kuramın aksine, bilişsel kurama göre öğrenme, beyinde başlar ve kaslara doğru gider [4]. Bilişsel kuram davranışın arkasında yatan düşünme süreci üzerinde yoğunlaşmıştır [8]. Öğrenmenin uyarıcı-tepki bağı ile açıklanamayacağını savunan bilişsel yaklaşımçılar, bu noktada organizmanın varlığına değinmektedirler. Uyarıcı-Organizma-Tepki modelini benimseyen bilişsel yaklaşımçılar, insanın uyarıcıya karşı tepki göstermeyi öğrenebileceğini belirtmekle birlikte, öğrenmeyi öğrenenin zihninden geçen bazı süreçlerin belirlediğine vurgu yapmaktadırlar. Öğrenme konusundaki bu yaklaşımda; 1800' lerde Kant, 1900' lü yıllarda Wertheimer, 1930' lu yıllarda Kohler ve Lewin gibi isimler tarihsel gelişim açısından hatırlanmalıdır [5]. 1934' lerde Vygotsky, 1960' larda Ausubel ile 1950' ler ve sonrasında Piaget, bilişsel kuramın öğrenme sürecinin anlaşılmasına katkıda bulunmuşlardır. Bilişsel kuramın temel öğretim ilkeleri aşağıda özetlenmektedir.

- Öğrenme; bir anlam yükleme çabasıdır [2].
- Yeni öğrenmeler, öncekilerin üzerine bina edilir [2].
- Bireyler öğrenme sürecine aktif bir şekilde katılırlar [7].
- İnsan öğrenmesinin araştırılması nesnel ve bilimsel olmalıdır [7].
- Zihinsel araştırmalar, araştırmanın odağıdır [7].
- Öğretmen, otorite figürü olmamalıdır.
- Öğrenme, öğrenci ve öğretmenin karşılıklı etkileşimi ile gerçekleşir.
- Bilgi örgütlenir [7].

Bir öğrenmenin gerçekleşmesinde bilişsel veya davranışçı yaklaşımdan birini seçmek olanaksızdır. Çünkü bu iki yaklaşımda birbirinden ilişkisiz değildir. Son yıllarda “kapsamlı yaklaşım” adı altında her iki öğrenim kuramı birlikte ele alınıp, aynı amaç kapsamında kullanılmaktadır [4].

Şimdiye kadar ele alınan kuramlar, bilginin bireyin kendisi dışında oluşmakta olduğunu ve kitaplara yüklenmiş durumda olan bu bilgilerin derslerde öğrencilere aktarılması gerektiğinden söz eder. Ancak, geçen yüzyılın başından itibaren şekillenmeye başlayan ve ikinci yarısından sonrada yaygınlık kazanan yeni paradigma, bilginin keşfedilmediğini yorumlandığını, ortaya çıkarılmadığını oluşturulduğunu, yani kişi tarafından yapılandırıldığını savunmaktadır [2].

Eğitim çevrelerince destek gören bu yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının temelinde, öğrenilen bilginin kişinin bilgi tabanı ile zekası ölçüsünde öğrendiklerini yeniden yorumlayıp yapılandırması ve uygulamaya koyması yatmaktadır [9].

Buraya kadar incelediğimiz ve öğretim ilkelerinden söz ettiğimiz öğrenme yaklaşımlarını, Bıyıklı ve arkadaşları; öğretmenin rolü, öğrencinin rolü, öğrenme, öğrenme-öğretme süreci, pekiştirici ve değerlendirme gibi kriterlere göre Tablo 1’ de karşılaştırmışlardır [10].

Tablo 1.1 Farklı Öğrenme Kuramlarının Karakteristiklerinin Karşılaştırılması  
(Bıyıklı ve ark., 2006' dan alınmıştır.)

Öğrenme Yaklaşımları Kriter	Davranışçı Öğrenme Yaklaşımı	Bilişsel Öğrenme Yaklaşımı	Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımı
Öğretmenin Rolü	Bilgi aktarma	Bilgiyi alma, kodlama ve hatırlama sürecini yönetme	Öğrencilere, bilgiye ulaşmalarında ve bunu yapılandırmalarında rehberlik etme
Öğrencinin Rolü	Bilgiyi alma ve aldığı biçimde gösterme	Bilgiyi alan, kodlayan ve hatırlayan	Bilgiye ulaşan ve bunu yapılandıran
Öğrenme	Gözlenen davranıştaki değişimler	Zihinsel süreçlerde gerçekleşen değişimler	Bilginin keşfi ve yapılandırılması sonucunda zihinsel süreçlerde değişim ve bireyde oluşan anlam
Öğrenme-Öğretme süreci	Bilgiyi sunma, alıştıırma yapma, geri bildirim verme	Öğrencinin bilişsel stratejilerini harekete geçirme, kodlamayı kolaylaştıracak stratejileri kullanma	Gerçek durumlara dayalı sorun çözme, Araştırma gibi etkinliklerle öğrencilerin üst düzey zihinsel becerilerini geliştirme
Pekiştireç	Dıştan. Herkes için aynı	Dıştan. Öğrencilerin gereksinimlerine bağlı olarak çeşitlendirilmiş	İçten. Bireyin kendini pekiştirmesine dayalı
Değerlendirme	Öğretim sürecinin sonunda ve belirlenen davranışlara dayalı	Öğretim sürecinin sonunda belirlenen hedeflere dayalı	Öğretim sürecinin içerisinde, becerilere ve performansa dayalı

Tablo 1.1' de de görüldüğü gibi diğer öğrenme yaklaşımlarından keskin bir biçimde ayrılan yapılandırmacı yaklaşım, felsefi boyutu ile de alan yazın da kendisine sıkça yer bulmaktadır. Yapılandırmacılığın felsefesi septisizme (kuşkuculuk) dayandırılmaktadır. Bruner, James, Piaget, Dewey ve Vygotsky' nin 20. yy başlarında bu felsefenin öncüleri olduğu bilinmekle birlikte, uzun bir tarihsel geçmişe dayanan yapılandırmacılığı ilk benimseyen eğitimcinin 18. yy' da İtalya' da yaşayan Giambatissa Vico olduğu ileri sürülmektedir [11].

Yapılandırmacılık, pozitivist sonrası oluşan yeni bir bakış açısının öğrenme kuramlarına uyarlanmasıdır [2]. Bu kuramın öncülerinden Glasersfeld yapılandırmacılıkla ilgili aşağıdaki tanımı yapmıştır.

*“Yapılandırmacılık, eğitim alanında dünyayı sarsacak yenilikler yapma iddiasında değildir, şimdiye kadar, öğretmenlerin kuramsal temelleri olmaksızın yaptığı şeylere, sağlam kavramsal temeller sağlama iddiasındadır” [12].*

Geleneksel eğitim süreci içinde öğrenenler bilgiyi öğretmen ve kitaplar aracılığıyla almaktadırlar. Bu eğitim sürecinde öğretmen ve ders kitaplarının sunduğu bilgi; kesin, gerçek ve mutlaktır. Oysa yapılandırmacı yaklaşıma göre bilgi; gerçek, kesin ve mutlak değildir. Bilgi birey tarafından süreç içerisinde oluşturulmakta olup, ancak uygulanabilir ve geçerli olabilir. Bilgi sadece içinde bulunulan duruma göre nitelik kazanabilir [13]. Yapılandırıcı öğrenme yaklaşımı, bireyin bilgi edinmeye başlarken boş bir zihinle yola çıkmadığını, yeni öğrendiği konu veya kavramla ilintili hazır zihin yapılarını harekete geçirdiğini, kendi bildikleri ile eklenilebilen hususları özellikle seçip öğrenmeye yatkın olduğunu, öğrendiği yeni bilgileri zihninde etkin olarak kendisinin yeniden yapılandığı vurgular [14]. Bu bilgiler ışığında yapılandırmacı öğretim yaklaşımının ilkelerini aşağıdaki maddeler halinde özetleyebiliriz.

- Öğrenme, öğrenenin duyuşal ifadeler kullanarak bunlar sonucunda anlam yapılandığı aktif bir süreçtir.
- İnsanlar, öğrenmeyi öğrenir. Öğrenme hem anlam yapılandırmayı hem de anlamın sistemlerini yapılandırmayı içerir.
- Anlam yapılandırma zihni bir faaliyettir. Fiziksel durumlar ve el becerileriyle gerçekleştirilen faaliyetler özellikle çocuklar için gereklidir fakat yeterli değildir.
- Dil, öğrenmeyi etkilemektedir. Bu nedenle de öğrenme dili de içerir.
- Öğrenme sosyal bir aktivitedir ve diğer insanlarla olan ilişkilerimize bağlıdır.
- Öğrenme çevreseldir. İzole edilmiş bir çevrede öğrenme gerçekleşmez. Bildiğimiz pek çok şeyi ifadeyi ancak çevremizle ilişki kurduğumuzda öğreniriz.
- Öğrenme zaman alan bir süreçtir.

- Motivasyon öğrenmede anahtar bileşendir.
- Öğrenme bağlamsaldır.
- Öğrenmek için bilgiye ihtiyaç duyulur.
- Öğrenme kavramsal değişmeyi içerir.
- Öğrenme; öznel, duygusaldır ve gelişimseldir.
- Öğrenmenin temel kavramlar çerçevesinde yapılandırılması sağlanmalıdır.
- Öğrenciler konuya ilgi uyandıran sorularla yönlendirmelidirler.
- Öğrencilerin çoklu bakış açılarından yararlanılmalıdır.
- Öğretim programları öğrencilerin öngörülerine göre düzenlenmelidir [15].

Alan yazında farklı yapılandırmacı öğrenme kuramlarına yer verilmiş olsa da, bu çalışmada, eğitimde en yaygın olarak kullanılan bilişsel, sosyal ve radikal yapılandırmacılıktan söz edilecektir. Bunlardan bilişsel yapılandırmacılık, bilginin nasıl oluşturulduğunu açıklamada Piaget' in öğrenme teorisini kullanır. Bu teoriye göre bilgi, birey tarafından yapılandırılmakta bireyin gelişim ve öğrenmesi üzerinde durulmaktadır. Bilişsel yapılandırmacılar öğrenmeyi Piaget' in öne sürdüğü; özümleme, düzenleme ve denge kavramlarıyla açıklarlar [16].

Bilişsel yapılandırmacılık yaklaşımında referans noktası, kişinin o ona kadar sahip olduğu bilgiler ve bu bilgilerin oluşturduğu bilişsel yapıdır [2]. Bireyin bu bilişsel yapısı yeni bir bilgi ile karşılaşınca dek dengededir. Fakat yeni bir bilginin varlığı söz konusu olduğunda bu denge durumu bozulacaktır. Birey kazanılan yeni bilgileri önceki bilgilerle çelişmeden ilişkilendirebiliyorsa onu kolayca kabullenerek özümser ve bilişsel yapısına katar. Bilginin özümsemesi ile birey yeni denge durumuna ulaşmaktadır [15].

Eğer yeni bilgi bireyin önceki bilişsel yapısı ile çelişiyorsa özümseme gerçekleşmemekte ve bilişsel dengesizlik durumu oluşmaktadır. Birey yeni bilgiyi bilişsel yapısına özümleyebilmek için bilişsel yapısında bir düzenlemeye gitmek zorundadır. Bu düzenleme ile birlikte yeni bir bilişsel denge durumu sağlanmış olur [2, 16, 17].



Öte yandan bilginin keşfedilemeyeceği ancak bireylerin referansları olan yaşantıları ile kendileri tarafından oluşturulabileceğini savunan radikal yapılandırmacılık, bilginin yapılandırılmasının sadece bireysel bir etkinlik olarak değerlendirildiği, öğrenenin toplumsal yönüne önem vermediği gerekçesiyle çok eleştirilmiş olmakla birlikte, kendisine tepki olarak ortaya atılan sosyal yapılandırmacılığın doğuşuna zemin hazırlamıştır [18].

Vygotsky' nin görüşlerini benimseyen sosyal yapılandırmacılara göre, bilginin oluşumunda bireyden çok toplum ön plandadır. Toplumsallığın bireyin öğrenme ve gelişimine etkisi ile bilgi oluşturmadaki rolünü merkeze alan bu görüşe göre; kültür, dil ve sosyal etkileşim öğrenmede önemli bir role sahiptir [19]. Sosyal yapılandırmacılar Vygotsky' e ait üç teoriyi kullanmaktadırlar. Bu teoriler aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

- Anlamlandırma
- Bilişsel gelişim araçları
- Yakınsal gelişim alanı

Bireyin bilgiyi yaşantısında anlamlandırmasında yaşadığı ortam etkilidir. Ayrıca yukarıda da bahsedildiği gibi öğrenmede önemli bir etkiye sahip kültür ve dil, bilişsel gelişim araçlarına örnek olarak verilebilir. Öğrenmede bir diğer önemli etkiye sahip sosyal etkileşim vurgusu ise yakınsal gelişim alanı ile açıklığa kavuşmaktadır. Vygotsky yakınsal gelişim alanını, bağımsız problem çözme ile belirlenen gerçek gelişim seviyesi ile problem çözme sırasında yetişkin yardımı altında ya da daha yetenekli çalışma grubu akranlarıyla belirlenen potansiyel gelişim seviyesi arasındaki uzaklık olarak açıklamaktadır. Yakınsal gelişim alanı öğrenmenin olduğu yer ya da alandır [20]. Buna göre sosyal yapılandırmacılar, öğrencilerin birbirleriyle çalışmalarının ve etkileşimlerinin sağlanması gerektiğine vurgu yaparak, öğrencilerin edindikleri yeni bilgileri arkadaşlarıyla ve öğretmenleriyle paylaşarak tartışarak benimsediklerini savunurlar [2].

Görüldüğü gibi yapılandırmacı yaklaşım çeşitlerinin tümü bilginin yapılandırılmasının gerekliliğini vurgulamaktadırlar. Aralarındaki en önemli fark yapılanmanın birey tarafından mı, toplum tarafından mı olması gerektiğidir [15].

Yapılan bir çok çalışmada, bilginin öğretmen tarafından sunulup öğrenciler tarafından yapılandırıldığı (anlamli hale getirilen) ve öğrencilerin bilgiye parçadan bütüne gitmek yerine, bütünden parçaya doğru giderek ulaşmayı tercih ettiklerini göstermektedir. Örneğin bir bisikletin kurulmasını düşünelim. Kutunun üzerinde belli bir sıraya göre ne yapılması gerektiği yazılsa da, çoğumuz kutunun üzerindeki resme bakma ihtiyacı hissederiz. Çünkü parçaların ne olduğunu anlamada, bütünü görme ihtiyacımız vardır [21].

O halde bu noktada akla gelen soru ise yukarıda incelenen öğrenme kuramları çerçevesinde, öğrenmenin sınıf ortamında nasıl daha anlamli bir hale getirilebileceği sorusudur. Bundan sonraki bölümde bu soruya cevap aranmaya çalışılmıştır.

## **1.2 Anlamli Öğrenme**

Ausubel, bilginin kalıcı ve başka alanlara aktarımının mümkün ve kolay olması için öğrenmenin anlamli olarak gerçekleştirilmesi gerektiğini savunmuştur [22]. Ausubel, anlamli öğrenme yaklaşımını bilginin birey tarafından anlamlandırılması esasına dayandırır. Anlamli öğrenmede, öğrenenin yeni bilgilerine eskiyen öğrenmelerin temel oluşturması ve bu yabancı yeniliklerin bilişsel yapıda özümşenerek yeni ortamlara ayak uydurabilmesi beklenir. Burada yeni bilgiler, önceki bilişsel yapıyı temsil edecek biçimde, bağ kurularak sunulur [23].

Anlamli öğrenmenin gerçekleşmesi için vazgeçilmez olan iki unsurdan ilki olan ön bilgilerin yeni öğrenmelerle ilişkilendirilmesinden yukarıda bahsettik. Bir diğer önemli unsur ise öğrenciye sunulan içeriğin de anlamlilik arz etmesidir. İçeriğin anlamli olması, öğrenilecek konunun öğrencide varolan kavramlarla kolaylıkla ilişkilendirilebilmesidir. Öğrenci için kolay kavram, genellikle günlük yaşantıda karşılaşılan durumlar ile ilişki kurulabilen kavramdır. Eğer kavram günlük

yaşantı ile ilişkilendirilebiliyor ise öğrenci için anlamlıdır ve öğrenilebilir. Aksi takdirde, kavram anlamsızdır ve ancak dersin başarılması için ezberlenir. Bu öğrenme, anlama düzeyinde değil ezberleme düzeyinde bir öğrenmedir ve kısa sürede unutulur. Öğrenme ile kavramsal anlama arasındaki ilişki bundan sonraki bölümde daha detaylı olarak ele alınacaktır.

### 1.3 Kavramsal Anlama

Eğitimin amaçları ortaya konulurken sözü geçen, öğrenmenin çıktısı olarak ezbere bilgidен ziyade anlamının dikkate alınması gerektiği düşüncesi, herkes tarafından kabul görmektedir [24]. Anlamaya göre birey tarafından daha zor yapılan ezberin, hatırdа tutulması kolay ve kullanışlı değildir. Anlamada önbilgilerin rolü yadsınamaz bir gerçek olup burada üç önemli nokta vardır. Birincisi ön bilgi gerçekten elde edilmiş bir bilgi olmalı, ikincisi bu ön bilgiler faal olmalı yani düşünce kümelerinden çağrılmış olmalı, üçüncüsü ise kazanılmış önbilgi ile yeni bilgiler arasındaki ilişkiler tamamen birbirini tamamlar nitelikte olmalıdır. Anlamaların daha derin ya da yüzeysel olması, önbilgiler ile ilgili kurulan ilişkilerle orantılıdır [25].

Bazı araştırmalarda anlama aşağıda verilen iki kategoride incelenmektedir.

1. Kelimesi kelimesine anlama
2. Kavramsal anlama

Kelimesi kelimesine anlamada, birey büyük resmi görmek için çok çaba harcar. Aslında bunu yaparken sunulan içeriği sözcüksel açıdan çok iyi anlar fakat bu sözcüklerin arkasında yatan düşünce ve gerçekleri anlamakta zorluk çeker. Bu durum bireyi istenilen anlamaya ulaştırmada yetersiz kılar. Örneğin bu tip anlama yetisine sahip olanlar, insanlar arasında yapılan şakaları kelime olarak anlasa da kavramsal anlamda hemen çözemezler. Bürokraside ve dinsel durumlarda yalnız kelime anlamlarına bağlı kalarak yapılan anlamalar sıkça karşımıza çıkar. Örneğin, fanatik bir din adamı kutsal kitabını anlarmışçasına onun için her zaman ölmeye

hazırdır. Halbuki durum bundan farklıdır. Din adamı bu yaklaşımıyla, kitabın içeriğini sözcük bazında değerlendirmekte ve bu yönüyle kavramsal anlamayı gerçekleştiremeyerek, kelimesi kelimesine anlamının bir kurbanı konuna düşmektedir [26].

Öte yandan kavramsal anlama ise anlaşılmaya çalışılan şeylerin en basit hali olmakla birlikte derinlik arz eder. Kavramsal anlamada, bütünüyle kelimelerin ve sembollerin anlamlarına saplanılıp kalınma yoktur. Ayrıca burada şair, yazar ya da öğretmen tarafından sunulan verilerin kopyası da çıkarılmaz [27]. Kavramsal anlama ancak derinlemesine bir anlamlandırma süreci ile sağlanabilir. Burada sözü edilen derinlik ile, bir konunun derinlemesine işlenmesi ve birbiri ile alakasız bir çok konunun yüzeysel olarak verilmesi değil, konuların özünün aktarılması vurgulanmaktadır [2].

Gerçek öğrenme ve iletişim ancak kavramların anlaşılmasıyla mümkündür. Öğretmen örneğin, kuş kavramıyla ilgili olarak martı konusunda bir düşünceye sahip ve onu aktarmak istiyor ise, bu amaç doğrultusunda konuyu kelime ve semboller yardımıyla açıklamak için uğraş verir. Öğretmen tarafından aktarılan bu düşünceler öğrenciler tarafından alınır ve anlaşılmaya çalışılır. Sonuç olarak, anlamaların öğretmenden öğrenciye doğrudan transfer edilmesi mümkün değildir. Ancak öğrenci süreç sonunda kendisine ait orijinal bir kavrama sahip duruma gelirse, öğretmen kavramsal anlamayı gerçekleştirmede başarıya ulaşmış olur.

Aydın ve Uşak (2003), öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerine yapılacak çalışmaların yararlarını aşağıda belirtildiği gibi sıralamışlardır.

- Öğretmenlerin öğrencilerin alternatif fikirlerini bilimsel fikirlere dönüştürmelerinde bu çalışmalara yardımcı olarak, anlamalarını sağlayacak öğretim programının dizaynına da zemin hazırlayabilir
- Araştırmacılar için yeni çalışmalara alt yapı oluşturabilir.
- Anlamayı sağlayacak kaynak olarak kitaplarda üzerinde özellikle durulması gereken noktaların tespiti, ders kitabı yazarlarına fikir verebilir.

- Öğretim programı hazırlayıcılarına, öğrencilerin anlamalarını kolaylaştıracak bağlantıların tespiti açısından yardımcı olabilir.
- Öğretmen eğitimcilerine, yetiştirecekleri öğretmenlerin mesleğe atıldıklarında, öğrencilerin anlamalarını sağlamada karşılaşılabilecekleri zorlukları ve bunlarla nasıl başa çıkabileceklerini görmede fayda sağlayabilir [28].

#### **1.4 Kavram, Kavram Öğretimi ve Kavram Gelişimi**

Öğrenen için bir takım gerçekler, diğer bilimlerde olduğu gibi fen eğitiminde de mekanik olarak ezber şeklinde değil, bir çeşit düşünme yöntemi olarak görülmelidir. Bu yöntemin dünyayı anlama çabalarına ışık tutucu nitelikte olması gereğinin, ancak kavramsal anlamayı başarmak ile sağlanabileceğinden yukarıda bahsedildi. Bu düzlemde bakıldığında, etkili bir fen eğitiminin, insan bilgisinin temel yapıtaşları olan kavramlar düzeyinde ele alınarak sağlanabileceği otoriteler tarafından da tartışılmayan bir gerçektir [29]. Zaten kavramların anlamlı bir şekilde organize edilmesine fırsat verilmesi, fen eğitiminin en önemli amaçlarından birisidir. Bu durum öğrencilerin çevresindeki dünyayı anlama ve öğrenmesini sağlayan zihinsel faaliyetleri olarak tanımlanan bilişsel yapıları ile yakından ilgilidir [30].

Ülgen' e göre kavram; insan zihninde anamlanan, farklı obje ve olguların değişebilen ortak özelliklerini temsil eden bir bilgi yapısıdır; bir sözcükle ifade edilir. Örneğin; yaprakları, kökleri, dalları, hacimleri, meyveleri ve üreme biçimleri açısından değişebilen ağaçların, ortak yanları bu özellikleri taşımasıdır. Bu algılarla zihnimizde oluşturduğumuz imaj ağaç olarak adlandırılır [4]. Bilginin yapıtaşı konumunda olan kavramlar ayrıca, insanların öğrendiklerini sınıflandırmalarını ve düşünmelerini sağlayarak kapsamlı bilgileri kullanılabilir birimler haline getiren zihinsel bir araçtır [30]. “Kavramlar olmasaydı ne olurdu?” sorusu yanıtlanması zor bir sorudur. İnsan zihninde gruplama ve sınıflama süreçleri sonucu oluşturulan kavramlar olmasaydı, algılanan veya farkına varılan her şey ayrı bir birim olarak zihinleri işgal edecek ve karmaşaya neden olacaktı. Örneğin kütüphanede kaynaklar belli bir standarda göre düzenlenmemiş olsaydı, aradığımız bir kaynağı bulmak çok

zor olurdu [31]. Howard, kavramları ediniliş biçimlerine göre; doğrudan tecrübeyle kazanılan kavramlar ve tecrübe ile ilgili kazanılmış kavramların derlenmesiyle oluşan metaforik (mecazla ilgili) kavramlar olarak iki grup altında toplamaktadır [4]. Howard'ın edinime göre yaptığı gruplamaya ek olarak, soyut kavramların ediniminin ve zihinde canlandırılmasının somut kavramlara göre daha zor olduğu da bilinen bir durumdur. Bu amaçla kavram öğretiminde, anlam çözümleme tabloları, kavram ağları, zihin haritaları, kavram haritaları ve bilgi haritaları gibi grafik materyalleri soyut kavramları somutlaştırmada kullanılmak üzere geliştirilmişlerdir [31].

Ayrıca kavramların anlaşılması, kavramların gelişim süreçlerinin iyi bilinip öğretimde göz önüne alınması ile de yakından ilgilidir. Bunun yanında, öğrenende kavram gelişiminin doğru sağlanmasının öğretimin amaçları arasında yer aldığı da bilinmektedir. Kavramlar insan zihninde, farklı bir takım süreçlerin kullanılmasıyla geliştirilir. Genelleme, ayırım, tümevarım, tümdengelim ve tanımlama olarak ifade edilen bu süreçler kavramın türüne ve öğreniliş şekline bağlı olarak zihin tarafından otomatik olarak seçilir ve kullanılır [31].

Genelleme süreci, ilgilenilen varlıkları ortak özelliklerine göre bir grupta toplama sürecidir. Birey kavramlarını çoğu zaman, sınırlı sayıda gözlem ve deneyimlerden genellemelere giderek geliştirir [32]. Örneğin, çocuk bir tek kuş görmüş olsaydı, kuş kavramını geliştiremezdi. Fakat bir çok kuşu gördükten sonra ortak özellikleri olan; tüylü olmak, uçmak, yumurtlamak gibi niteliklerden genellemeye giderek zihninde kuş kavramını oluşturur [31]. Ayırım süreci ise genelleme sürecinin aksine varlıkların ve olayların birbirinden ayrılan ortak olmayan özelliklerini teşhise dayanır. Örneğin, ortak niteliklerden yola çıkılarak basit makineler kavramına ulaşılır. Daha sonra aralarındaki farklılıklar görüldüğünde (çıkırcık, kaldıraç vb.) yeni kavramlara ulaşılır [32]. Bilimde deneyselliği merkeze alan bir kavram geliştirme sürecinde olan tümevarım sürecinde ise, etrafımızdaki olan biten her olayı, her varlığı incelemek mümkün değildir. O nedenle deneysel yolla sınırlı sayıda örnekler incelenir ve onlardan elde edilen sonuçlara dayanarak tümevarım yoluyla sonuçlar bütüne genellenmeye çalışılır. Tümevarım sürecinde başvurulan özel halden genellemelerin eldesi durumu, tümdengelim sürecinde tersi

yönde işletilir. Genel halden özel hale inme süreci olan tümdengelim sürecinde, ders esnasında teorik olarak sunulan bilgiler uygulamada seçilen örneklem grubuna uygulanarak yargılara ulaşılır [31].

Kavramların yalnız tanımla öğrenilebileceğine inanmak, kavram öğretiminde yapılan en büyük yanlışlardandır. Eğer bu inancın geçerliliği olsaydı, bir kavramın geliştirilmesinde veya daha dar anlamda öğretilmesinde tanımlara bakabileceğimiz bir sözlük yeterli olabilirdi. Kullanımındaki yoğunluğu ve yeknesak olarak görülmesi sebebiyle eleştirilere maruz kalsa da, bu süreci kullanarak bazı kavramların geliştirilmesi zaman-zaman daha kolay olabilmektedir. Diğerlerine göre daha sık başvurulmuş bir kavram geliştirme süreci olan tanımlama sürecini, bilinmeyen bir kavramın bilinen kavramlarla tanıtmada özünde yükselen bir süreç olarak ifade edebiliriz. Örneğin, dik üçgen kavramı kolayca tanımlanabilir. Çünkü bir üçgeni dik üçgen yapan nitelikler ve diğer üçgenlerden ayıran nitelikler kesinlikle bellidir[31]. Burada önemli olan nokta öğretime en uygun teknik ya da tekniklerin seçimindedir.

Schulte (2001)' e göre kavram öğretimi, ilköğretimin ilk yıllarından itibaren önem verilmesi gereken bir süreçtir. İçerdikleri kavramların büyük çoğunluğu, soyut olan fen disiplinlerine ait temel kavramların, ilköğretimde tam ve doğru olarak öğretilmesi, öğrencilerin ortaöğretim ve daha sonraki dönemlerdeki kavramları anlamalarında oldukça önemli rol oynar. Doğru bir şekilde anlaşılmasından geçilen kavramlar bireylerin hem daha sonraki öğrenim hayatlarını etkilemekte, hem de günlük ve mesleki yaşantılarında çok daha büyük anlama ve kavrama problemleriyle karşı karşıya gelmelerine neden olabilmektedir [33].

### **1.5 Kavram Yanılgıları ve Doğası**

Son otuz yıldan günümüze gelinen süreçte, öğretmen ve öğrencilerin sahip olduğu kavramlar ve bu kavramların fen' in öğretimi ve öğrenilmesindeki rolü fen eğitiminde sıklıkla ele alınan konu başlıklarındandır [34]. Farklı disiplinlerde çeşitli konular baz alınarak yapılan bu çalışmalar, fen kavramlarının anlaşılmasında

öğrencilerin karşılaştığı zorlukları belirlemek, açıklamak ve nasıl düzeltilebileceği hususunda çözüm üretme amaçları ile yapılmışlardır. Burada öğrenenin öğrenmeye etki eden ön bilgilerinin tespiti, eğitim süresi içerisinde ulaşılması hedeflenen bilgilere geçiş yapılabilecek yolların bulunabilmesi açısından önemlidir [35]. Öğrenendeki bu ön bilgiler bilimsel olarak doğru kabul edilebilen bilgilerin altyapısını oluşturabildiği gibi, bilim çevresince kabul edilemeyecek ölçüde keskin yanlışlarda içerebilmektedirler. Alan yazında sıklıkla kavram yanlışlığı olarak nitelenen ve bu çalışmada da aynı terimin yanında “alternatif düşünceler” geniş başlığına da karşılık kullanılan bu yanlışları ifade etmede kullanılacak terim konusunda araştırmacılar fikir birliğine varmış durumda değildirler. Alan yazında sık kullanılan bu terimlerden bir kısmı aşağıda listelenmiştir.

- Kavram yanlışlığı [Fisher 1983, Cho, Kahle ve Nordland 1985; 36].
- Naif inanışlar [37].
- Ön kavramlar [Anderson ve Smith, 1983; 38].
- Hataya neden olan kaynaklar [39].
- Alternatif çerçeveler [Driver ve Easley, 1978; 40].
- Çocukların bilimi [41].
- Yanlış teoriler [42].
- Alternatif kavramlar [43].
- Gerçeğin kişisel modelleri [44].
- Sezgisel inanışlar [45].
- Öğrenenin bilimi [46].
- Bilimin kişisel versiyonları [47].
- Spontane nedenleme [48].
- İnatçı güçlük [49].

Öğrenenin ön bilgisinin yeni öğrenmeler için ne denli kıymetli olduğu yukarıda da bir çok kez değinildiği üzere yadsınamaz bir gerçektir. Ausubel’ in anlamlı öğrenme teorisi, kendisine temel teşkil eden ön bilgiler ile yeni bilgilerin ilişkileri konusunda, Wittrock’ un anlayarak öğrenme teorisinden ayrılırlar. Kavramlar arasındaki ilişkilerin her zaman doğru gerçekleşmeyebileceğini savunan



Wittrock, teorisinde öğrencinin kendi hafızasındaki bilgi ile yeni bilgiyi test ederken, ön bilgilerinin tamamen doğru olması gerektiğini belirtmektedir. Aksi takdirde yapılacak ilişkilendirmenin yanlış olacağına değinmektedir. Örneğin üst düzey kimya eğitimi almış bir bireyin bile çay içerken *şeker eridi* demesinin sebebi çözünme kavramını tam olarak anlayamamaları ve çözünmeyi erime gibi düşünmeleridir [24]. Üst düzey kimya eğitimi almış bir öğrenci neden bu yanılgıya düşmektedir?

Önen [15], çalışmasında kavram yanılgılarının temel nedenlerini ayrıntılı bir biçimde aşağıda verilen maddeler halinde açıklamaktadır.

- Öğretmenlerin kullandıkları yöntemlerin bilimsel anlamda kabul edilemeyecek hale gelmesi.
- Öğretmenlerin kavramlar arasındaki ilişkileri kuramaması.
- Öğretim ortamında öğrencilerin aktif hale getirilememesi.
- Günlük konuşma dilinin bilimsellikten uzak olması.
- Soyut kavramların somutlaştırılmaması.
- Günlük deneyimler sonucunda kazanılan yanlış bilgiler.
- Okulda kazanılan yanlış kavramların neden olduğu hatalar ve yanlış değerlendirme sonucu oluşan hatalı düşünceler (Şahin ve Oktay, 1996; s.228).
- Öğretilen konu ile ilgili zihinlerde tam olgunluğa ulaşılamaması (Demircioğlu ve ark.,2001; s.45).
- Kavram öğretiminde öğrencinin geliştirdiği alternatif düşüncelerin yeterli irdelenmeyişi.
- Öğrencilerin önceki bilgileri belirlenmeden derse başlanması (Çepni ve ark., 2000; s.135).
- Öğretimde kullanılan ders kitapları ve bir kavram için birden fazla ifadenin kullanımı (Alparslan ve ark., 2003; s.133).
- Sınıftaki ortamın fen eğitimine uygun olmaması.
- Öğretilen bilgilerle günlük yaşam arasında ilişkinin kurulamaması.

- Öğretmenin ve kitabın seviyesinin öğrencinin seviyesine uygun olmayışı (Gürdal ve ark., 2001; s 50 )
- Öğretmenlerin, öğrencilerin zihinlerinde kavramsal değişimi sağlamada başarılı olamaması.

Kavram yanılgıları ile ilgili yapılan bir çok araştırma, aynı durumlar için öğrenciler tarafından seçilen kavramlar arasında önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir. Örneğin Koray ve Tatar (2003) tarafından yapılan çalışma ile 6., 7. ve 8. sınıfta öğrenim gören öğrencilere kütle kavramına ilişkin düşünceleri sorulmuş, örneklemin yaklaşık %7' sinin kütleyle hacimle, yine yaklaşık %9 'unda ağırlık kavramıyla açıklamaya çalıştıkları tespit edilmiştir [29]. Burada farklılıklar tabii ki bir zenginlik göstergesi değil, ciddi bir sorunun habercisidir. Bundan daha önemlisi öğretim öncesi varlığı daha da belirgin olan bu gibi durumların öğretim sonrasında da ayakta kalabilmesidir. Peki bu yanılgılara genellikle temel teşkil eden ve öğrencilerin öğretim öncesinde öğrenme ortamına getirdikleri bu ön bilgileri hangi yöntemler kullanarak belirleyebiliriz? Ayas (2005), bu yöntemleri beş grup altında incelemiştir. Bu yöntemler aşağıda listelenmiştir [31].

1. Tahmin-Gözlem-Açıklama
2. Olaylar ve durumlar hakkında görüşme
3. Kavramlar hakkında görüşme
4. Çizimler
5. Kelime ilişkilendirme

Bu yöntemlere Kavram haritası, Zihin haritası, V-diyagramları, iki aşamalı testler ve üç aşamalı testleri de ekleyebiliriz.

Yukarıda da bir çok nedeni belirtilen ve tespiti için büyük uğraşlar verilen bu yanılgıların bu denli tutucu ve dirençli olmaları, öğretimden sorumlu her kurum ve bireye önemli sorumluluklar yüklemektedir.

## 1.6 Kavram Yanılgılarının Giderilmesi

Kavram yanılgılarının belirlenmesi üzerine yapılan çalışmalar son zamanlarda yerini, bu yanılgıların giderilmesine yönelik yeni yöntemlerin geliştirilmesi üzerine yapılan çalışmalara bırakmış durumdadır. Bir çok nedeni açıklanan ve tespiti için izlenecek yöntemlerin sıralandığı kavram yanılgılarının yerini bilimsel olarak kabul edilebilen doğruların alması isteniyorsa, öğrencilerde kavramsal değişimin sağlanması gerekir.

Kavramsal değişimi sağlamak için, Posner ve arkadaşları (1982) yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı kavramsal değişim teorisini ortaya atmışlardır. Kavramsal değişim, varolan kavramları yeni kavramlarla bağdaştırmak için yeniden düzenlemeyi, başka bir ifade ile yeni oluşan durumları göz önünde bulundurmak için kavramları farklı şekillerde organize etmeyi gerektirir. Burada öğrenme sadece basit olarak bilinenlere bir miktar bilgi eklenmesi ile değil mevcut bilgiler ile yeni bilgiler arasındaki etkileşimle sağlanır [50, 51].

Kavramsal değişim yaklaşımı Piaget' in öne sürdüğü; özümleme, düzenleme, ve denge fikirleri üzerine temellenmiştir. Kavramsal değişimin sağlanabilmesi için Posner ve arkadaşları (1982) gerekli bazı şartları aşağıdaki gibi sıralamışlardır.

- Memnuniyetsizlik
- Anlaşılabilirlik
- Makullük
- Verimlilik [51]

Kavramsal değişimin sağlanılmasının düşünüldüğü bir öğrenciyi ele alalım. Bu öğrencinin öğretimden önce mevcut kavramlarına karşı duyacağı “memnuniyetsizlik” hissi onun yeni kavramlara olan ilgisini o derece arttıracaktır. Ayrıca öğrenci yeni karşılaştığı kavramları kolay anlayabilip, mantığına uyan “makullükte” olduğu ölçüde zihninde daha iyi yapılandırabilir. Bunun yanında öğrenci için yeni kavramın, verimliliği bir başka deyişle farklı durumlar için de kullanılabilir olması da aranan önemli bir diğer özelliktir. Yani bu yeni kavramların

yalnız eski bilgilerin çözümediği problemleri çözmekle kalmaması, karşılaşılabacak daha yeni bilgilere de açık bir yanı olmalıdır [51]. Kavramsal değişimin; grup tartışması, yanlış olduğunu kanıtlama metinleri (Refutational text) ve kavram haritası kullanımı ile sağlanabileceği çalışmalarla ortaya konmuştur [50].

## 1.7 Problem

Fen bilimlerindeki soyut kavramların (enerji, evrim, gen), öğrencilerin kavram gelişimlerini tamamlamadan öğretilmesinin öğrenme üzerinde olumlu sonuçlar vermediği bilinmektedir [51]. Enerji kavramı hem soyut olmasının yanında hem de disiplinler arası bir kavram olması nedeni ile fen bilimleri içerisinde ayrıcalıkla bir yere sahiptir. Winter (1985)' de ilkökul öğrencilerinin Piaget' in gelişim dönemlerinden somut işlemler döneminde oldukları için, öğretmenlerin enerji konularının öğretiminde zorlandıklarını belirtmiştir [52].

Yalnız eğitimde değil mühendislik ve hatta matematik alanlarında bile bahsi geçen enerji konusuna geçmiş yüzyıllarda da büyük önem verilmiştir. Lewis (1981)' e göre de, enerji konuları Fizik, Kimya, Matematik, Biyoloji, Jeoloji ve Sosyoloji gibi birçok alan içine girmektedir [53]. Enerji kavramının disiplinler arası konumunu bir kenara bırakıp, diğer kavramlara nazaran karmaşıklığını, fotosentez olayında güneş enerjisinin depolanmasında olduğu gibi çok soyut olması, ya da suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülerek türbin çalıştırılması uygulamasında olduğu gibi basit gözlemlerle anlaşılacak kadar açık olmasıyla yorumlayabiliriz. Ayrıca enerji kavramlarının öğretilmesindeki güçlüğü anlatım dilindeki belirsizlik ve konulardaki düzensizlikten ileri geldiği de bildirilmektedir [Nitschke ve Wilson, 1965; 53]. Amano (1992) çalışmasında, enerji kavramlarının içeren konuların daha çok görsel olduğunu ve anlaşılması için planlı bir çalışmanın yapılması gerektiğini, özellikle 16-20 yaşları arasında konu tekrarları ve tutulan özetlerle enerji kavramlarının daha iyi anlaşılacağını belirtmiştir [54].

Enerji konusunun anasınıfından üniversite son sınıfa kadar eğitimin her kademesinde vurgu yapılan bir konu olması, öneminin yanı sıra öğrenim sürecinde

karşılaşılabilecek problemlerin de yoğunluğunu akıllara getirmektedir. Enerji kavramı öğrenciler tarafından en çok alternatif fikir oluşturulan kavramlardandır. Bununla ilgili farklı kültürlerde yapılmış ve özdeş sonuçlara sahip çok sayıda araştırma bulunmaktadır [55, 56, 57, 58].

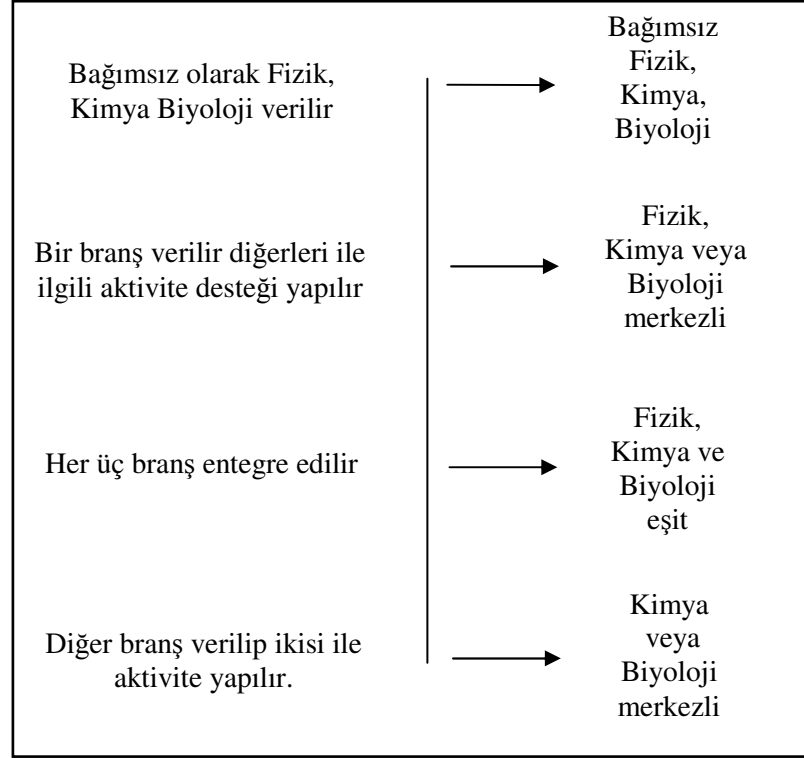
Enerjinin neden bu denli alternatif çerçevelere yol açan bir kavram olduğu iki şekilde açıklanabilir.

- Öğrenciler enerji kavramıyla günlük yaşamlarında sıkça karşılaşmaktadırlar. Karşılaştıkları bu olgu fen derslerindeki aynı olguyla içerik anlam ve kullanım yeri bakımından farklılıklar göstermektedir.
- Öğrencilerin aynı dünyada aynı kavrama ait sahip olduğu bu keskin farklılık, değişime karşı da oldukça dirençlidir.

Bilindiği gibi enerji kavramı fen bilgisinin diğer bazı konu ve kavramlarında olduğu gibi doğası gereği diğer bir çok disiplinle de ilişkilidir. Bu nedenle bu tür fen konuları hem kendi içerisinde (fizik, kimya, biyoloji) hem de diğer disiplinlerle bütünleştirilmiş bir şekilde verilmelidir. Burada enerji kavramını ele alırsak, disiplinler arası bir yaklaşımın benimsenmesi zorunluluğunun kaçınılmaz olduğu ve bu kavramın öğretiminde, öğrencilerin daha kolay anlayabilmesi için bütünsel bir tematik yaklaşım kullanmanın daha yararlı olacağı düşüncesine alan yazında vurgu yapılmaktadır [Sherman, 2000; 59]. Gürdal, Şahin ve Bayram (1999), yaptıkları çalışmada ilköğretim 4. ve 5. sınıf fen öğretiminde yapılan bütünleştirmenin öğrenci başarılarını geleneksel öğretime göre daha fazla arttırdığını tespit etmişlerdir. Enerji gibi kavramların öğretimini de kapsayan fen’ de bütünleştirmenin neden yapılması gerektiğini aşağıdaki üç madde ile özetleyen Gürdal, Şahin ve Bayram (1999), bir fen dersi içerisinde fizik, kimya ve biyolojinin bütünleştirilmesinin Şekil 3’ teki durumlarla yapılabileceği görüşündedirler [60].

- Fen; fiziksel, kimyasal ve biyolojik kavramları içermektedir. Bu kavramlar arasında ilişkileri kurmak için entegrasyon gereklidir. Anlamlı öğrenme için bu şarttır.

- Bütünleştirilmiş öğretim, fen bilimlerindeki olayları bir bütün içinde açıklamayı kolaylaştırır.
- Bütünleştirilmiş öğretim, öğrenmeyi olumlu yönde etkilemektedir [54].



Şekil 1.1 Fen Bilgisi Dersi İçerisinde Fizik, Kimya ve Biyolojinin Bütünleştirilmesi

Çalışmanın bu bölümünde araştırmanın amacı, önemi, araştırma soruları, sayıtlar ve sınırlılıklara yer verilmiştir.

### 1.8 Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, ilköğretim 8. sınıf ve üniversite fen bilgisi öğretmenliği ana bilim dalındaki 1., 2., 3. ve 4. sınıfta öğrenim gören öğrencilerin enerji kavramı konusundaki kavramsal anlamalarını tespit etmektir.

## 1.9 Araştırmanın Önemi

Enerji konusu ile ilgili olarak öğrencilerin kavram yanılgıları ya da düşünce biçimleri üzerine yapılmış olan birçok çalışma bulunmaktadır. Ancak bu çalışmalar fen' i oluşturan fizik, kimya veya biyoloji konularından sadece birisine odaklanmakta ve sonuçları bu disiplin alanı için yorumlanmaktadır. Bu çalışmada ise her üç konu alanı da eşit derecede öneme sahip olacak şekilde sonuçların üç alan üzerinden karşılaştırılması yapılmaya çalışılmaktadır.

Alan yazın taramasında da görüldüğü üzere, enerji kavramının fen bilimlerinde pek çok konunun temelinde yer alan bir kavram olması ve üç farklı disiplinle ilintili olan bu kavramın öğrenciler tarafından fizikte başka, kimyada başka, biyolojide başka biçimde algılanarak bu üç alan arasında bağ kurulamaması bu çalışmanın önemini ortaya koymaktadır. Bunun yanı sıra “enerji” kavram boyutunda kapsamlı bir şekilde ele alınamamış, bakış açısı olarak gerçek anlamda konuya yönelik bir fen bilgisi penceresi açılmamış durumdadır. Bu anlamda, çalışmanın bu konu üzerine yapılan ilk araştırmalar arasında olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmanın önemle üzerinde durulması gereken özelliklerinden birisi de üniversitede fen bilgisi öğretmenliği bölümünde öğrenim gören 2. ve 3. sınıf öğrencilerinin yanı sıra; liseden mezun olup üniversite öğrenimine yeni başlayan birinci sınıf öğrencileri ve fen bilgisi öğretmeni adayı son sınıfta okuyan öğrencileri de kapsamaktadır. Bu bağlamda liseden mezun olup, üniversiteye hazırlık maratonunda test mantığı hakim öğrencilerdeki enerji kavramının anlaşılma düzeyinin belirlenmesinin araştırmanın amaçlarına hizmet etmesi önemlidir. Ortaöğretimden yükseköğretim düzeyine geçişte alışma ve adaptasyonu tamamlayarak, bu düzeyin yapısına uyum sağlamış 2. ve 3. sınıf öğrencilerinin enerji kavramına ilişkin düşüncelerinin tespiti, eski bilgilerin üzerine yenilerinin konmasıyla bezenmiş bir yapının fotoğrafının açığa çıkarılabilmesi açısından gereklidir. Yine öğretmenliğe en yakın dönemde olan üniversite son sınıf öğrencilerinin bu kavrama ilişkin düşüncelerinin tespiti ve süregelen zamanda alan yazına olan katkısı göz önüne alınacak olursa, çalışmanın özgünlüğü ortaya çıkmaktadır.

Ortaöğretimde branşlara ayrılmakta olan fen bilgisi dersinin bütüncül anlamda en son ele alındığı ilköğretim 8. sınıf kademesi çalışmanın bir diğer ayağını oluşturmaktadır. Burada ilköğretimde görülen fen derslerinin enerji kavramı boyutunda adeta nitelikli bir özetinin sağlanması amaçlanarak, öğrencilerde var olan kavram yanlışları ve kavramsal yapıları lise-üniversite aşamasına kadar katlanıp artmadan ortaya konup, gerekli tedbirlerin alınmasının yolu açılmaktadır.

Yurt dışında “cross-age” olarak nitelendirilen farklı yaş gruplarındaki bireylerin aynı sorularla ölçülmek istenen duruma ilişkin yönelimlerinin karşılaştırılması bu araştırmada da yapılmaya çalışılacak, belki kavram boyutunda çok temel noktalar, belki de konu alanında yer alan temel durumlar için; ilköğretim 8. sınıf ile üniversite birinci sınıftan son sınıf düzeyine kadar olan öğrencilerin kavramsal yapılarına yönelik eş zamanlı değerlendirilme fırsatı yakalanabilecektir.

Bütün bireylerde üzerinde çalışılan konuya ilişkin istenilen oranda ya da daha az işe yarar fikirlerin var olabildiği düşüncesi alan yazında yer almaktadır. Ayrıca yapılan araştırmalarda öğretime geçilirken bu değer taşıyan ayrıntının göz ardı edildiği ortaya konmaktadır. Bu anlamda bu çalışma için de, öğrencilerin enerjinin günlük yaşamdaki anlamıyla bilimsel anlamını karıştırıyor olmaları, onlardaki işe yarar fikirlerin varlığını kanıtlamakla birlikte üzerinde ciddiyetle durulmasının önemini de hatırlatmaktadır. Her ne kademedede olursa olsun, öğrencilerin günlük yaşamda sıkça karşılaştığı enerji ile bilimsel anlamdaki enerjinin aynılığı, farklılığı kısaca ayırımının da tayin edilebilmesinin hedeflenmesi, çalışmaya bir başka boyut katmaktadır.

Yukarıdaki paragraflarda ayrıntılarına da değinilen, ilköğretim ve yükseköğretim öğrencilerinin enerji konusu üzerine düşüncelerinin farklı disiplin alanları açısından karşılaştırılması konusu, oldukça çaba gerektiren karmaşık bir süreç olduğundan, bu türden çalışmaların yapılarak sonuçların program hazırlayıcılarının faydalanabilecekleri türden yorumlar içermesinin, hem öğretmenler hem de öğrenciler için oldukça faydalı olacağı düşünülmektedir.



## 1.10 Sayılılar

Araştırmanın aşağıda belirtilen sayılılara sahip olduğu düşünülmektedir.

- Araştırmaya katılan öğrenciler, uygulanan veri toplama araçlarına samimi olarak cevap vermişlerdir.
- Çalışmada kullanılan kavramsal anlama testlerinin geçerliliğinin yüksek olduğu kabul edilmiştir.
- Bir kısmı alan yazından yararlanılarak bir kısmı da uzman görüşleri alınarak araştırmacı tarafından geliştirilen kavramsal anlama testleri konuyla ilgili öğrencilerin fikirlerini ortaya koymada yeterlidir.
- Uygulama esnasında her birey dışardan bir etki olmaksızın kendi bilgi düzeyi ile sorulara cevap vermiştir.
- Öğrencileri uygulama esnasında etkileyebilecek ortam koşullarının her bireyi aynı derecede etkilediği kabul edilmektedir.

## 1.11 Sınırlılıklar

Bu araştırma;

- 2005-2006 eğitim-öğretim yılında, Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği birinci ve ikinci öğretimde öğrenim gören sekiz sınıftaki toplam 301 öğrenci ile,
- 2005-2006 eğitim-öğretim yılında, Balıkesir il Milli Eğitim Müdürlüğü'ne bağlı merkezde yer alan rasgele seçilmiş beş ilköğretim okulundaki on sınıfta öğrenim gören toplam 267 öğrenci ile,
- İlköğretim Fen Bilgisi programı ve Fen Bilgisi öğretmenliği öğretim programında yer alan enerji konusu ile,
- Bir kısmı alan yazından yararlanılarak bir kısmı da uzman görüşleri alınarak araştırmacı tarafından geliştirilen kavramsal anlama testleri ve yarı-yapılandırılmış görüşmeler ile sınırlandırılmıştır.

## 1.12 Araştırma Soruları

Fizik, kimya ve biyoloji gibi üç farklı fen alanında, farklı seviyelerde öğrenim gören öğrencilerin enerji konusuna ait kavramsal anlamalarının incelendiği bu çalışmada aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır.

- 1 İlköğretim 8. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrenciler enerji kavramı ile hangi kavram/kavramları ilişkilendiriyorlar?
- 2 Üniversite 1., 2., 3. ve 4. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrenciler enerji kavramı ile hangi kavram/kavramları ilişkilendiriyorlar?
- 3 İlköğretim ve üniversite 1., 2., 3. 4. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin enerji kavramı ile ilişkilendirdikleri kavram/kavramlar arasında bir benzerlik var mıdır?
- 4 İlköğretim 8. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin enerji kavramını fen alanındaki hangi disiplin/disiplinler ile ilişkilendiriyorlar?
- 5 Üniversite 1., 2., 3. ve 4. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin enerji kavramını fen alanındaki hangi disiplin/disiplinler ile ilişkilendiriyorlar?
- 6 İlköğretim ve üniversite 1., 2., 3. 4. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin, enerji kavramını fen alanında ilişkilendirdikleri disiplin/disiplinler arasında bir benzerlik var mıdır?
- 7 Enerji konusunun ilköğretim 8. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrenciler tarafından kavramsal olarak anlaşılma düzeyleri nelerdir?
- 8 Enerji konusunun, üniversite 1., 2., 3. ve 4. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrenciler tarafından kavramsal olarak anlaşılma düzeyleri nelerdir?
- 9 İlköğretim ve üniversite 1., 2., 3. 4. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin enerji konusuna ilişkin kavramsal anlama düzeyleri arasında bir benzerlik var mıdır?
- 10 İlköğretim ve üniversite 1., 2., 3., ve 4. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin fizik alanında enerji konusuna ilişkin alternatif düşünceleri arasında bir benzerlik var mıdır?

- 11 İlköğretim ve üniversite 1., 2., 3., 4. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin kimya alanında enerji konusuna ilişkin alternatif düşünceleri arasında bir benzerlik var mıdır?
- 12 İlköğretim ve üniversite 1., 2., 3., 4. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin biyoloji alanında enerji konusuna ilişkin alternatif düşünceleri arasında bir benzerlik var mıdır?
- 13 İlköğretim ve üniversite 1., 2., 3., 4. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin farklı alanlar için (fizik, kimya, biyoloji) enerji konusunda öğrenmeleri farklılık göstermekte midir?
- 14 İlköğretim ve üniversitede öğrenim gören öğrencilerin fen bilgisi dersine yönelik tutum puanları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
- 15 Örnekleme oluşturan ilköğretim ve üniversite öğrencilerinin cinsiyetleri ile fen bilgisi dersine yönelik tutumları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
- 16 Enerji konusunun her üç disiplin alanı için (fizik, kimya, biyoloji) bilimsel doğruluk anlamında eşit derecede öğrenilmesi için ne önerilebilir?

### 1.13 Araştırmanın Yapısı

Beş ana bölümden oluşan araştırma, aşağıda bu ana başlıklar altında kısa bir şekilde tanıtılmaktadır.

- **I Bölüm:** Bu bölümde öğrenme ve öğrenme yaklaşımları, anlamlı öğrenme, kavramsal anlama, kavram, kavram öğretimi, kavram gelişimi, kavram yanılgıları ve kavram yanılgılarının giderilmesine ilişkin bilgiler verilmekte, ayrıca araştırmanın problem durumu, amacı, önemi, sayıltıları, sınırlılıkları ve, araştırma soruları açıklanmaktadır.
- **II Bölüm:** Araştırma ile ilgili alan yazın taramasının yapıldığı bu bölümde, enerji konusunda daha önce yapılmış çalışmalardan elde edilen sonuçlar sunulmaktadır.
- **III Bölüm:** Araştırmanın yöntemini ile ilgili olan bu bölümde; örneklemin özellikleri ve araştırmanın modeli ile veri toplama araçlarının

hazırlanması, uygulanması ve analizi süreçlerinin tanıtımına yer verilmiştir.

- **IV Bölüm:** Araştırmada kullanılan veri toplama araçlarından elde edilen verilerin analizinden ortaya çıkan bulguların özetlenerek yorumlandığı bölümdür.
- **V Bölüm:** Bu bölümde araştırmadan elde edilen sonuçlar alan yazın ışığında tartışılmakta olup, elde edilen bu sonuçlara ilişkin önerilere de bu bölümde yer verilmektedir.

## 2. ALAN YAZIN İNCELEMESİ

### 2.1. Enerji Kavramının, Kavramsal Olarak Anlaşılması Üzerine Yapılmış Çalışmalar

Bu bölümde fotosentez, solunum, beslenme ve diğer bazı konularda enerji ve enerji akışının kavramsal olarak anlaşılması ile enerji konulu resim ve kartlara ilişkin öğrencilerin bilgi ve anlama düzeylerinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmalar sunulacaktır. Ayrıca yapılandırmacı yaklaşım etkinlikleri ve enerji konulu metinler kullanılarak, enerji konusunda öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinin tespit edilmesinin çalışıldığı araştırmalara da bu bölümde yer verilmiştir.

Lin ve Hu (2003) çalışmalarında, diğer konulara göre daha kompleks ve kapsamlı olan besin zinciri, fotosentez ve solunum konularında, öğrencilerin enerji akışı ve madde döngüsünü anlamaları üzerine odaklanmışlardır. Beş ilköğretim 2. kademe okulundaki 106 yedinci sınıf öğrencisiyle yürütülen çalışmada, öğrencilere belli kategori ve kavramlar verilerek konulara ilişkin kavram haritaları çizmeleri istenmiştir. Bu kavram haritaları 4 biyoloji öğretmeni tarafından analiz edilmiştir. Öğrencilerin enerji ile ilgili oluşturdukları kavram haritalarında kavramlar arası ilişkilerin tam kurulamadığı yapılan bu çalışma ile tespit edilmiştir. Ayrıca enerji kavramının yedinci sınıfta biyoloji ağırlıklı işlendiği ve fizik açısından öğretime dokuzuncu sınıfta geçildiğinden, öğrencilerin enerjiyi daha çok biyolojik açıdan değerlendirip yorumlamaya yöneldikleri görülmüştür. Enerji ile solunum arasındaki bağın tam anlaşılmadığı ve solunumun nefes alıp-verme ile karıştırıldığı da çalışma sonucunda elde edilen bir diğer bulgudur. Bunun yanında öğrencilerin biyoloji kitaplarında yer alan madde ve enerji döngüsü konuları ile bu konulara ait kendi düşünceleri arasında dikey bir bağlantının kurulmasında zorlanıldığı ortaya konmuştur. Çalışma sonucunda araştırmacılar, biyoloji konularının öğretiminde hiyerarşik bir yapının inşa edilmesinin kaçınılmaz olduğunu belirtmekte ve öğretim materyallerinin kullanımında aşamalılık ilişkisinin yeniden ele alınarak

düzenlemesinin anlamlı öğrenmeyi sağlamada önemli bir yer tuttuğuna dikkat çekmektedirler [61].

Enerji akışı ile birlikte bir çok konuyu da kapsayan Lin ve Hu' nun yaptıkları çalışmadan tam 17 yıl önce, 17-18 yaşlarındaki biyoloji öğrencilerinin enerji akışı ile ilgili düşünceleri Gayford (1986) tarafından da tespit edilmeye çalışılmıştır. Gayford öğrencilerin biyolojik süreçlerde, enerjinin dönüşümlerinden ziyade “*enerji kullanılır ya da oluşturulur*” ifadesini kullandıkları ve genel olarak enerjinin sadece canlı organizmalarda bulunduğu inandıklarını tespit etmiştir. Ayrıca öğrencilerin solunumdaki enerjinin rolünü anlamakta zorlandıkları da çalışmada belirtilmektedir. Bunun yanı sıra öğrenciler bitkilerin büyümek için enerjiyi herhangi bir dönüşüm olmaksızın güneşten doğrudan alıp kullandıkları görüşündedirler [62].

Anderson, Sheldon ve Dubay (1990) ise çalışmalarında, öğrencilerin fotosentez ve solunum konusundaki temel bilgi düzeyleriyle, bunların enerji ile olan ilişkilerini (dönüşüm vs. ) araştırmışlardır. Hiç fen dersi almamış kolej sınıfında, bir eğitim-öğretim yılı boyunca öğretim yapılmış ve bu öğretimin öncesinde ve sonrasında öğrencilere testler verilmiştir. Öğrencilerin hayvanların solunumu ve beslenmesi konusunda, bitkilerin beslenmesi ile solunum ve fotosentezi gerçekleştirilmesi konusunda enerjinin rolünü kavrayamadıkları ve bu konuda öğrencilerin birçok kavram yanılgısına sahip oldukları belirtilmektedir. Çalışma sonucunda, her ne kadar bazı öğrenciler ciddi kavram yanılgılarının düzeltilmesine karşı direnç göstermiş olsalar da, çoğu öğrencinin öğretim sonrasında fotosentez ve solunum ile besin ve enerji dönüşümü arasındaki ilişkiyi biyoloji uzmanları tarafından kabul edilebilir biçimde anladıkları görülmüştür [63].

Enerji kavramı ile yalnız enerji akışı, fotosentez, solunum ya da madde döngüsü gibi konu bazında değil daha genel anlamda kavram boyutuyla ilgilenen Diakidoy ve Iordanou (2003) çalışmalarında, öğretmen ve üniversite öğrencilerinin enerji kavramını anlamalarını belirlemeye ve ön kavramlarını önceden tespit etmeye çalışmışlardır. Çalışmaya 1-38 yıl arası deneyimi olan 36 öğretmen ile 69' u birinci, 57' si ise dördüncü sınıftan toplam 126 üniversite öğrencisinden oluşan 172 kişi katılmıştır. Katılımcıların enerji kavramını anlamalarını değerlendirmek için 27

maddeden oluşan doğru-yanlış testleri kullanılmış ve veriler yarım dönemde toplanmıştır. Veriler incelendiğinde üniversite birinci sınıf öğrencilerinin diğer iki gruba göre performanslarının daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda;

- Enerji ve güç arasındaki ayırımın iyi yapılamadığı,
- Enerjinin sadece yaşayan organizmalarda bulunduğu ısrar edildiği tespit edilmiştir.

Araştırmacılar bu ısrarın 6. sınıf öğretim programında bu konuya yapılan aşırı vurgudan kaynaklandığını belirtmişlerdir. Ayrıca eğitim yöntemlerine bağlı olarak öğretmen adayları ve öğretmenlerin gerek üniversite eğitiminde gerekse sonrasında, potansiyel ön kavramlara ve içerik bilgisine yoğunlaşmalarının gerekliliği çalışma sonucunda önerilmektedir [64].

Diakidoy ve Iordanou' nun çalışmaları sonucunda elde ettiği verileri destekler nitelikte bir çalışmayı da, Kruger (1990), 20 öğretmen adayı ile görüşmeler yaparak gerçekleştirmiştir. Bu öğretmen adaylarının enerji hakkındaki düşüncelerinin ortaya çıkarılması, yapılan araştırmanın amacını oluşturmaktadır. Çalışma sonucunda öğretmen adayları tarafından verilen cevaplara bakıldığında bilimsel perspektife uymayan bir çok alternatif düşünce tespit edilmiştir. Araştırmacı verilen bu cevapları aşağıdaki belirli kategoriler altında toplamıştır.

- Enerji ile hareket arasında bağ yoktur.
- Duran cisimlerin enerjisinden bahsedilemez.
- Enerji sadece yaşayan canlılarda görülür.
- Enerji yaşam gücüdür.
- Enerji ile kuvvet aynı şeylerdir.
- Enerji gizli bir güçtür.
- Kinetik enerji hızdan bağımsızdır.
- Enerji yalnız Tanrıyla özdeştir.

- Enerji döngüsü düşünülmezsizin, her kaynağın enerjisi güneştir.
- Enerji korunmaz.
- Yerçekimi potansiyel enerjisinin yanlış anlaşıldığı durumlar.
- Potansiyel enerjinin diğer çeşitlerinin açık bir şekilde bilinmediği durumlar.

Kruger, öğrencilerdeki enerji fikrinin gelişiminde onların düşebilecekleri yanlışları bilen deneyimli rehberlere ihtiyaç olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca öğrencilerin, rehber işlevi görecektir bu öğretmenlerin birikiminden faydalanmalarının yanı sıra enerji konularında “bilme, anlama, ve tanımlama” yeteneklerini de elde etmeleri gerektiğini belirtmektedir [65].

Enerji konularının öğretimde geleceğin öğretmenleri olan öğretmen adayları cephesinde yaşanan problemleri ve bunlara sunulabilecek çözüm önerilerini ortaya koymaya çalışan Kruger’den farklı olarak Duit (1984) çalışmasında, konuyu öğrenci açısından ele alarak araştırmasına yön vermiştir. Duit, 6. -10. sınıf öğrencilerinin enerji kavramını ne derece öğrendiğini anlamaya yönelik Talisayon ile birlikte geliştirdikleri bir anketi Manila ve Kiel’de eğitim veren okullarda uygulamıştır. Çalışmaya Manila’den 87 6. sınıf, 89 10. sınıf, Kiel’den ise 147 6 sınıf, 67 8. sınıf ve 171 10. sınıf öğrencisi katılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular aşağıda maddeler halinde özetlenmektedir:

- Mekanikte, bir çok öğrenci fen dersi almış olsalar bile açıklamalarını fizik terimlerini kullanarak değil, günlük deneyim ve konuşma dilini kullanarak yapmaktadırlar.
- Enerjinin korunumu prensibinin geçerliliğini öğrencilere göstermek için gerekli sistemler kurulmasına rağmen, öğrencilerin bu sistemlere ilişkin yöneltilen sorularda bu prensibi kullanmadıkları görülmüştür.
- Öğrencilerin enerji kavramını, yalnız iş kavramına dayalı olarak açıkladıkları, bu açıklamalarında güç ve kuvvet gibi kavramlara yer vermedikleri tespit edilmiştir.



Araştırmacı toplumların yüzleştiği enerji problemlerine iyi bir fen eğitiminin çare olabileceğini belirterek, fen eğitimine verilen önemin artması gerektiğini önermektedir [66].

Fen eğitimi alanında günümüzde uygulanan bir çok yeni yaklaşım, fen eğitimine verilen önemin artarak devam ettiğini ispatlar niteliktedir. Chittleborough, Hawkins ve Treagust (2001) çalışmalarında, enerji kavramının son zamanlarda bu yeni yaklaşımların içinde adından en sık söz ettiren yapılandırmacılığa dayalı olarak yürütülmesiyle (beyin fırtınası, kavram haritası, venn şeması, vs. teknikleri kullanılarak) öğrencilerdeki kavramsal anlamaları tespit etmeyi amaçlamışlardır. Örnekleminin batı Avustralya' daki özel Perth kolejinde öğrenim gören 48 sekizinci sınıf öğrencisinin oluşturduğu çalışmada dersler yaklaşık altı haftalık süreçte bir öğretmen tarafından bilgisayar destekli olarak yürütülmüş ve bu dersler belli periyotlar da bir gözlemci tarafından gözlenmiştir. Öğrencilere enerji ile ilgili genel soruları içeren ön test ve son testler uygulanmış, ayrıca 20 öğrencinin enerjiyi anlamaları konusunda ünite sonunda görüşmeler yapılmıştır. Bulguların değerlendirilmesinde nitel ve nicel analiz yöntemleri ile istatistiksel analizde SPSS paket programı kullanılmıştır. Bulgulardan elde edilen sonuçlar öğrencilerin enerjiyi hayat deneyimleri ile birleştirerek anladıkları yönündedir. Araştırmada öğrencilerin enerjiyi; aktivite, ısı ve çaba-gayret gibi kavramlarla ilişkilendirdiğine rastlanılmıştır. Bunun yanı sıra öğrencilerin enerjinin çevreye dağılıp yok olacağı, kullanıldıktan sonra biteceği ve makinelerde kaybolacağı görüşlerinde oldukları da çalışmada yer verilen bir diğer bulgudur.

Öğrencilerin dörderli gruplar halinde çalışarak enerji ile ilgili tanımların yazılmasının istendiği bu çalışmadan elde edilen verilerden bazıları aşağıda listelenmiştir.

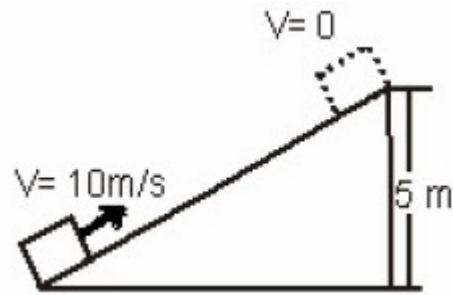
- Enerji doğal bir kaynaktır ve nesneye hareket, ses, ısı ve ışık verir.
- Enerji olayların gerçekleşmesini sağlayan doğal bir kaynaktır.
- Enerji eşyalara hareketlilik sağlayan bir kaynaktır.
- Enerji; ses, ısı, hareket, ışık gibi görünmeyen bir şeydir. Enerji değişime neden olur veya olayların meydana gelmesini sağlar.

- Enerji görünmezdir ve her yerde bulunabilir.
- Enerji ısı, ışık, ses ve hareket üreten, görünmeyen bir kaynaktır.
- Enerji; iki veya daha fazla madde tarafından üretilen bir reaksiyon çeşididir.

Araştırmacılar öğrencilerin enerji ile ilgili ontolojik çerçeve gelişimlerinin onların nasıl öğrendiğinin aydınlanmasına ve anlamlı öğrenmenin sağlanmasına yardımcı olduğunu, bu gelişimde eğitimsel yöntemlere bağlı olduğunu belirtmektedirler. Ayrıca araştırmacılar öğrenme sürecinde; çevrenin, öğretmen stiline, öğretim stratejilerinin ve bireysel öğrenme farklılıklarının önemine vurgu yapmaktadırlar [67].

Bahar, Öztürk, ve Ateş (2002)' te çalışmalarında, fizik konularından Newton' un hareket yasaları ile iş, güç ve enerji konularında öğrencilerin anlama düzeyleri ve hatalı kavramlarını yapılandırılmış grid yöntemi ile tespit etmeye çalışmışlardır. Bu amaçla lise 2. sınıfta okuyan 6' sını kız, 16' sını erkek toplam 22 öğrenciye konu anlatımı sonrası, konularla ilgili yapılandırılmış grid yöntemi uygulanmıştır. Çalışmada, öğrenciler tarafından verilen cevapların; öğrencilerin o konudaki bilgi seviyesini, kavramlar arası kurduğu ilişkilerini, yanlış kavramalarını ve bilgi eksikliklerini açığa vurduğu belirtilmiştir.

Öğrencilerin kavram yanılgıları konusunda eğik düzlemin en alt noktasında 10 m/s hıza sahip bir cismin, eğik düzlemin en üst noktasına ulaştığında hızının sıfır olduğunu gösteren yandaki şekil 2.1' e verdiği yanıtlar çarpıcıdır. Bunlar arasında, cismin hızı eğik düzlemin sonunda sıfır olsa da enerji korunmuş olmasına rağmen, öğrencilerin bazılarının “*cismin hızı değişirse enerji korunmaz*” yargısına varmaları ilginçtir.



Şekil-2.1 Bir Cismin Eğik Düzlem Üzerinde Hareketi

Araştırmacılar, çalışmada kullanılan yapılandırılmış grid tekniğini; anlamlı öğrenmeyi sağlaması, öğrencilerin bilişsel yapısındaki yanlış kavramaları, bilgi

ağındaki eksiklik ve aksaklıkları ortaya koymasından iyi bir teşhis aracı olarak önermektedirler [68].

Burada da görüldüğü gibi öğrencilerin enerjiyle ilgili sahip olduğu bir çok yanlış bilgi ya da ön bilgileri vardır. Bu önemli durumun tespitine ek olarak düzeltilmesine yönelik yapılan çalışmalara da bilim çevrelerince son zamanlarda ağırlık verilmiştir. Diakidoy, Kendeou ve Ioannides (2003) tarafından yapılan bir araştırma, bu çalışmalara örnek olarak verilebilir. Söz konusu araştırmacılar çalışmalarında enerji kavramıyla ilgili kazanımlar ve bu kavramlarla ilgili belirli yanlış ön kavramları düzeltmede, enerji konulu metin yapılarının kullanılmasını ve bunların etkisini araştırmışlardır. Kıbrıs Rum kesimindeki altı okuldan 109' u kız, 106' sı erkek 215 altıncı sınıf öğrencisinin katıldığı bu çalışmada öğrencilere sunulan iki metinden ilkinde öğrencilerde yaygın olarak bulunan kavram yanlışları ve çeldirici bilgi içeren metin çeşitleri verilmektedir. Örneğin ilk metin çeşidinden birisinde belli olaylar sunulup, metine göre öğrenciler tarafından sıkça karıştırılan *iş mi? enerji mi?* sorusuna, ilk metin çeşidine ait diğer bir metinde de *enerji madde değil midir?* sorusuna cevap aranmıştır. İkinci metin çeşidinde ise metin içerisinde bilimsel olarak doğru bilgiler sunulmaktadır. Deney ve kontrol olmak üzere iki gruba ayrılan öğrencilere, sunulan bu metinleri yanıtlamaları için 80 dakika süre verilmiştir. Metin çeşitleri verilerek yapılan bir uygulamadan bir ay sonra öğrencilerden enerji ile ilgili bu testleri tekrar yanıtlamalarının istendiği ikinci bir uygulama yapılmış, bu yolla öğrencilerin kavramsal değişimleri ortaya konmaya çalışılmıştır. Araştırmacılar çalışma sonucunda kavramsal değişimler ve etkilerinin eğitim uygulamalarında gündeme gelmesine (*tartışılmasına*) vurgu yapmaktadırlar [69].

Öğrencilerin enerji kavramı konusunda adeta zihinlerindeki fotoğrafı çekmeyi amaç edinen Trumper, Raviolo ve Shnersch' in, yaptıkları kapsamlı çalışmaya ise İsrail' in Oranim kolejinde yaşları ortalama 23-24 olan 175 birinci, 129 ikinci sınıf ilkokul öğretmen adayı ile Arjantin' deki Bariloche enstitüsünde öğrenim gören yaşları ortalama 22-26 olan 111 birinci, 83 ikinci sınıf ilkokul öğretmen adayı katılmıştır. Öğrencilere ilk olarak enerji kelimesi ile ilişkilendirdikleri 3 kelime yazıp, bunlar ile cümle kurmaları, daha sonra enerji kavramıyla ilgili verilen 8

resimden 3' ünü seçmeleri ve bunlarla ilgili de enerji kelimesini kullanarak birkaç cümle kurmaları istenmiştir. Çalışma sonucunda İsrail' deki her iki sınıfta bulunan öğrencilerin de enerjiyi, genelde fizik ağırlıklı kelimelerle (*elektrik, güç, ısı, ışık, kuvvet ve akım vb.*) ilişkilendirdikleri, Arjantin' li öğrencilerin de verdikleri yanıtların aynı doğrultuda olması ile beraber farklı seçimlerinin de olduğu (*rüzgar, kaynak, tüketim, korunum, değişim vb.*) ortaya konmuştur. Resimlerde ise Arjantin' li öğrencilerin genelde “*lamba*” ve “*bitki*” resimlerini seçtikleri, İsrail' li öğrencilerin ise “*elektrik santrali resmi*” tercih ettikleri görülmüştür. Enerjinin soyut olması fikri iki ülkede de düşük düzeydedir. Öğrencilerin enerjiye ilişkin ana düşünceleri aşağıda listelenmiştir.

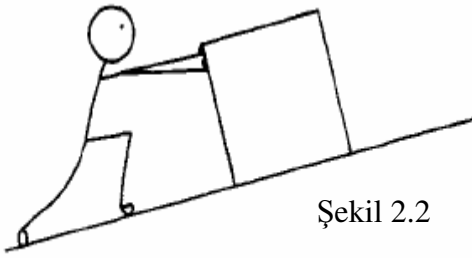
- Enerji, yalnızca hareket varsa mevcuttur.
- Enerji, güçtür.
- Enerji, bir şeyi yapmak için gereklidir.
- Enerji, yalnızca yaşayan şeylerde bulunur.

Araştırmacılar çalışma sonucunda enerji kavramının her iki ülkede de bilimsel gerçekten uzak anlaşıldığını, kavramsal anlamalar ne düzeyde olursa olsun iki ülke arasında çok fazla fark olmadığını ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar iki ülke arasında bulunan farkların da yaşadıkları kültüre özgü değişkenlerden kaynaklandığını belirtmektedirler. Ayrıca öğretmen adaylarının, her seviyedeki fen öğretiminde, “işbirlikli öğrenmeye özendirilme” gibi sistematik değişikliklere yönelmeleri araştırmacıların önerileri arasında yer almaktadır [70].

Öte yandan Watts (2003)' ta. çalışmasında öğrencilerin kendi dünyasındaki fizik kavramlarıyla nasıl bir bağ kurduklarını, enerji kavramı bağlamında araştırmıştır. Bu amaçla Gilbert ve Pope (1982) ile Watts ve Gilbert (1982b)' in çalışmalarında tanımladıkları yedi alternatif yapı doğrultusunda öğrencilerdeki enerji fikrinin izini sürmüştür. Londra' da fen bilgisi açısından farklı seviyelere sahip 6 ilköğretim ikinci kademe öğrencilerine, bu alternatif yapıları da içine alan enerji kavramının resmedildiği kartlar gösterilerek düşünceleri ortaya çıkarılmak istenmiştir. Gilbert ve Pope (1982), Watts ve Gilbert (1982b) tarafından tanımlanan yedi alternatif yapı (çerçeve) aşağıda listelenmiştir.

1. İnsan merkezli çerçeve. İnsanla bağdaştırılan ve özellikle enerjik olma durumuna yönelik “çok enerjiye sahip olma ya da enerji kaybetme ve bunun sonucunda yorulmak” düşünceleri içerir.
2. Depo çerçevesi. Bazı nesnelere enerjiye sahip ve yeniden doldurulabilirken, diğerlerinin enerjiye ihtiyaçları vardır ve aldıklarını harcarlar.
3. Enerji bir malzeme-parça ya da bileşendir. Enerji yanmada olduğu gibi nesne ve olaylarda tetiklemeyi gerektiren cansız bir parçadır. Örneğin; enerji yiyecekte bulunur ancak siz onu yedikten sonra etkin hale geçer.
4. Aktivite çerçevesi. Enerji özellikle harekette, aktivitenin dışına doğru yansımalarıdır.
5. Ürün çerçevesi. Enerji, bir bileşen ya da süreç değildir. Fakat üretilmekte olan ya da kaybolan bir durumun yan ürünüdür.
6. İşlevsel çerçeve. Enerji, hayatı kolaylaştırmakla eşdeğer tutulan yakıtın genel bir türü olarak görülür.
7. Akış transferi çerçevesi. Enerji, bazı işlemlerde transfer edilen sıvının bir türü olarak görülür.

Çalışmanın devamında da yaklaşık 40 öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır. Öğrencilerin her iki yöntem kullanılarak yapılan araştırmaya verdikleri cevaplar



Şekil 2.2

**Ağır bir kutunun tepeye doğru itilmesi**

analiz edilerek, temel alınan alternatif yapılar aydınlatılmaya çalışılmıştır. Sol yanda, Şekil 2.2’ de ağır bir kutunun tepeye doğru itilmesine ilişkin resme Susie isimli bir öğrenci, insanın enerjiye sahip olduğunu ancak kutunun enerjiye

sahip olmadığını belirtmektedir. Susie’ ye ait bu düşünce, “İlk olarak insanın kutuyu tepenin en üst noktasına itmesinden dolayı çok enerjisi vardır ..... Fakat kutu orada hiçbir şey yapmıyor ve kesinlikle enerjisi yoktur” ifadesinden anlaşılmaktadır. Bu yanıt insan merkezli çerçeveye, sağ yanda Şekil 2.3’ teki yemek yiyen çocuk resmine ilişkin, Jonathon isimli öğrencinin “ sen enerjiye sahipsin ve onu depolarsın...ve sonra onu tüketirsin” ifadesiyle



Şekil 2.3

**Yemek yiyen çocuk**

verdiği yanıt ise depo çerçevesine örnek olarak verilebilir [55].

Watts' ın resimli kartlarla yürüttüğü çalışmanın yöntem olarak bir benzeri de Stylianidou, Ormerod ve Ogborn (2002) tarafından yürütülmüş olup, çalışmada 1966-1997 arasında yayınlanmış 46 fen kitabından seçilmiş enerji konulu resimlerin anlaşılma düzeylerinin belirlenmesi araştırmanın amacını oluşturmaktadır. Araştırma 12 yaşındaki 104 öğrenciye anketler dağıtıldıktan sonra 20 öğrenci ile görüşmeler yapılarak başlamış, fakat analizde bunlardan seçilen 12 tanesinin 3 farklı doküman üzerindeki görüşleri değerlendirilmeye alınmıştır. Çalışmada soyut bir enerji kavramının, kitaplarda yuvarlanan tekerlek, elektrik, ışık ve buhar gibi kavram resimlerinden anlaşılmasının kolay olmadığı belirtilmektedir. Araştırmacılar öğrencilerin resimleri anlamada zorlanmalarını teorik bilgi eksikliklerinin yanı sıra resimlerin hazırlanmasındaki dikkatsizliğe de bağlamaktadırlar. Sonuçta enerji ve diğer konulardaki resimlerin kitaplarda yer alma sürecinin daha iyi organize edilmesi ve öğretmenlerin derslerde resimleri açıklamada daha fazla çaba sarf etmeleri gerektiği önerilmektedir [71].

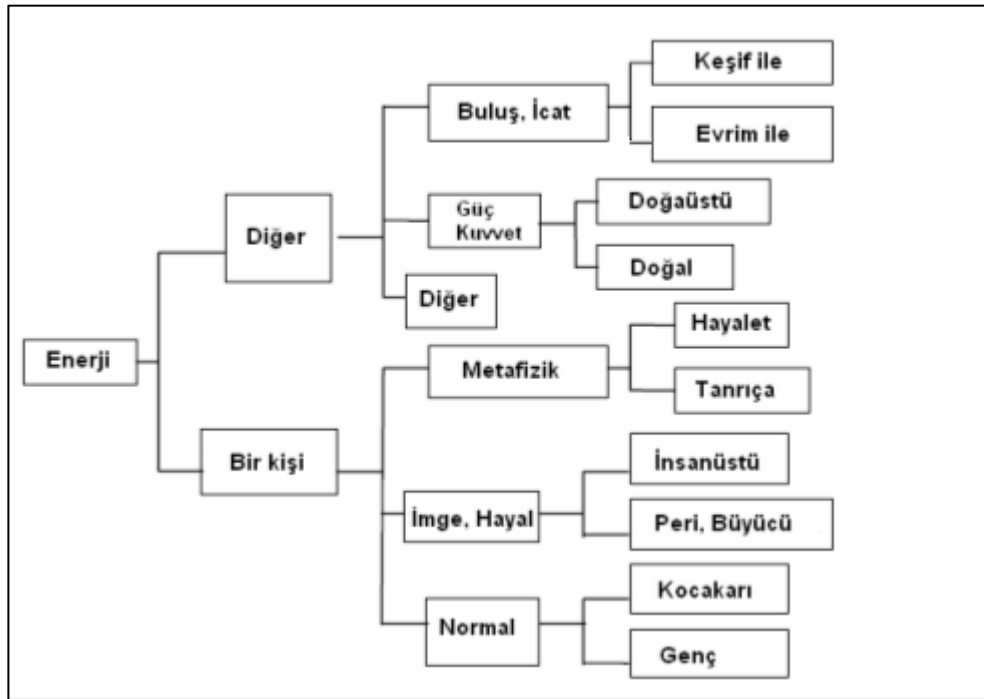
Ioannidis ve Spiliotopoulou ise çalışmalarında öğrencilerin enerji hakkındaki mecazi düşüncelerine odaklanmışlardır. Öğrencilerin kendi hayal güçlerini kullanarak, enerji hakkındaki anlamalarının kolaylaştırılması çalışmada belirlenen amaçtır. Araştırma Patras' ta bir ilköğretim okulundaki iki sınıfta öğrenim gören 12-13 yaşlarında, toplam 30 öğrencinin katılımıyla, 1 yıl sürmüştür. Bu amaçla öğrencilere 2 soru yöneltilmiştir;

Birinci soru; “*enerji kelimesini duyduğunuzda aklınıza ne gelmektedir? Bir resim çizerek anlatmaya çalışınız.*” Bu soru ile günlük kullanım ve sözlüksel bir bakış açısı olmaksızın daha aktif düşünmenin sağlanması ile öğrenci ifadelerinin güçlendirilmesi amaçlanmıştır.

Öğrencilerden ikinci olarak enerjinin başrolde olduğu hikaye oluşturmaları istenmiştir. Bu soru ile de konu hakkında hiçbir şey bilmeyen bir öğrencinin bile katılımının sağlanmasının yanı sıra öğrencileri hayal kurmaya teşvik ederek konu ile

ilgili düşüncelerini eksiksiz, uzun bir şekilde cesaretle ifade etmelerine imkan sağlanması amaç edinilmiştir.

Öğrencilerin enerji ile ilgili yaptığı çizim ve yazdığı öyküler bir model belirlenerek karşılaştırılmıştır. Ayrıca öğrencilerin enerji hakkındaki fikirlerini tanımlarken kullandıkları mecazi ifadelerine de bakılmıştır. Bu ifadeler araştırmacılar tarafından şekil 2. 4' te aşağıdaki gibi gruplandırılmıştır.



Şekil 2.4 Öğrencilerin Enerjiyi Tanımlarken Kullandıkları Mecazi İfadeler. Ioannidis ve Spiliotopoulou (2000)' den alınmıştır

Bu gruplandırmaların günlük dili yansıtır boyutta ve kültürel yapıyla ilintili olduğu görüşünde birleşen araştırmacılar, diğer analiz sonuçları da ele alındığında öğrencilerin enerji konusunu düşünürken farklı fikirlere sahip olduğunu belirtmektedirler [72].

Bu bölümde, öğrencilerin bir çok konu alanında karşılarına çıkan enerji ile ilgili, ön kavramlarının, temel bilgi düzeylerinin tespiti üzerinde durularak, bunların yeni öğrenmelere etkisi araştırılmış ve buna yönelik bulunulan önerilere de yer

verilmiştir. Ayrıca farklı yöntemler kullanılarak yapılan bu tespitlerle ortaya konan problem durumlarının giderilmesine yönelik yapılmış araştırmalara da yine bu bölümde değinilmiştir. Bir sonraki bölümde ise alan yazında enerji kavramıyla ilgili belirlenmiş kavram yanlışları ele alınmıştır.

## 2.2. Enerji Kavramı ile İlgili Tespit Edilmiş Kavram Yanlışları

Bu bölümde, enerji kavramının sıkça kullanıldığı; “fotosentez, solunum, üreme ve gelişme, mekanik enerjinin korunumu, atom ve molekül, yaşayan organizmalarda enerji kaynakları” konularında enerjiyle ilgili tespit edilen kavram yanlışlarına yer verilmiştir. Ayrıca kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik kavramsal değişim stratejisinin kullanıldığı bir çalışma da bu bölümde sunulmaktadır.

Küçük, Çepni ve Gökdere (2005) tarafından ilköğretim öğrencilerinin iş, güç, enerji konusunda sahip olduğu kavram yanlışlarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmanın örneğini Trabzon şehir merkezinden rasgele seçilen altı ve yedinci sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Çalışmada örnek olay yöntemi kullanılmış ve görüşmeler yapılmıştır. Öğrencilerin iş, güç, enerji konuları ile ilgili bir çok kavram yanlışına sahip oldukları ve kavramların bir çoğunu da günlük hayattan değiştirmeksizin sınıfa getirerek, kavramları beklenilen aksine bilimsel olarak kullanmadıkları tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen kavram yanlışları ve bu yanlışların yüzde oranları aşağıda verilmiştir;

- İş yapılır çünkü enerji harcanır (% 100).
- Enerji, maddenin bir çeşididir (% 83).
- Enerji, kuvvettir (% 50).
- Enerji, bir güçtür (% 33).
- Enerji, depolanamaz (% 33).
- Enerji akıcı formda ve uçucu bir yapıdadır (% 16)
- Yük kaldırdığımız zaman enerji kazanırız (% 16)
- İş yaptığımız zaman enerji kazanırız (% 16).



- Güç bir çeşit enerji kaynağıdır (% 16).

Araştırmacılar çalışmada kullanılan örnek olay yönteminin enerji çeşitleri ile ilgili sınıfta kurulan düzenek vb. yardımıyla öğretmenler tarafından öğrencilerin kavramsal anlamalarını öğrenmede kullanılabileceğini önermektedirler [73].

Kavram öğretiminde örnek olayın kullanımından farklı olarak kavramsal değişim metinleri, kavram haritası, serbest cisim diyagramları ve benzetme yönteminin de kullanılması gerektiğini savunan Gülçiçek ve Yağbasan (2004)' da çalışmalarında, ortaöğretim fizik öğretim programının içeriğinde yer alan mekanik enerjinin korunumu konusu ile ilgili öğrencilerde bulunan kavram yanlışlarını ortaya çıkarmaya çalışmışlardır. Bu amaç doğrultusunda, 20 adet çoktan seçmeli sorudan oluşan mekanik enerjinin korunumu kavram testi geliştirilmiş ve Ankara il merkezindeki 6 liseden toplam 310, lise 2. sınıf öğrencilerine uygulanmıştır. Veriler öğrencilerin kavram testine verdikleri doğru cevaplar 1, yanlış cevaplar 0, olacak şekilde istatistik programına girilerek analiz edilmiştir. Geliştirilen mekanik enerjinin korunumu testinde, basit sarkaç sistemi ile ilgili üç test maddesi aşağıdaki kavramsal anlama problemlerini ortaya çıkarmıştır;

- Bazı öğrenciler toplam enerji değerinin korunup korunmadığına karar verebilmek için sistemin korunumlu olmasının bilinmesinin yeterli olmayacağını belirtmektedirler.
- Bazı öğrenciler kütlelerin denge konumuna yaklaşması durumunda potansiyel enerjisinin artacağını düşünmektedirler.
- Bazı öğrenciler ise sistemin mekanik enerji değerinin, kinetik ve potansiyel enerji değerlerinin toplamı olduğunun farkında değildirler.
- Öğrencilerin bir kısmı, korunumlu bir sistemde basit sarkaç hareketi yapan kütlelerin toplam enerjisinin değişebileceğini düşünmektedir.

Bununla birlikte, öğrenciler çeşitli enerji formlarına sahip olan sistemleri değerlendirirken, herhangi bir enerji formunda meydana gelebilecek değişimin diğer enerji formlarında nasıl bir değişime neden olacağı konusunda da yanlış düşüncelere sahiptirler. Örneğin basit sarkaç hareketi yapan bir kütlelerin potansiyel enerjisinde

meydana gelebilecek bir değişimin, kinetik enerji değerine olan etkisiyle bir ilişki kurulamamaktadır.

Kavram yanılığların teşhisinde; özellikle görüşme yönteminin kullanılmasını öneren araştırmacılar, kavram öğretiminde ise öğretmenler tarafından hazırlanacak kavramsal değişim metinleri, kavram haritalama metodu, serbest cisim diyagramları ve benzetme yönteminin öğretilimi olumlu yönde etkileyeceği kanısındağırlar [74].

Kavramsal değişime vurgu yapan bir diğer araştırmacı olan Trumper (1997)' da çalışmasında öğrencilerde enerji konusunda var olan kavram yanılığlarını gidermede kavramsal değişim stratejisini kullanmıştır. Öncelikli olarak öğrencilerdeki kavram yanılığlarını belirlemek amacıyla; İsrail' de bulunan bir ortaöğretim okulunda öğrenim gören 9. ve 11. sınıflardaki toplam 157 öğrenciye enerji konusu ile ilgili bir anket uygulanıp, öğrencilerle konu ile ilgili görüşmeler yapılmıştır. Sonraki aşamada, öğrencilerin seviyelerine göre örnekleme temsil eden 35 öğrenci seçilmiş ve bu öğrencilere dört aylık bir eğitim verilmiştir. Öğrenme süreci boyunca öğrencilerde sıkça karşılaşılan kavram yanılığları aşağıda özetlenmektedir.

- Bazı öğrenciler enerjiyi belli süreçlerle transfer edilen bir akışkan olduğunu ve görülebileceğini ifade etmektedir. Örneğin iletken tel ve lambadan oluşan anahtara bağlı bir devrede, bir öğrencinin ifadesi "*devre açıkken elektrik enerjisi vardır, kapalıyken yoktur ve onlar teller içersinden taşınır*" şeklindedir.
- Çoğu öğrenci enerji ve kuvvet kavramlarının farklılığını açık bir şekilde açıklayamamaktadır. Örneğin tren resmi gösterilen bir öğrenci, "*trenin nasıl hareket ettiğini bilmiyorum ama onu hareket ettiren enerjidir yani kuvvettir*" ifadesini kullanmaktadır.
- Bazı öğrencilerin yerçekimi potansiyel enerjisini anlamakta ve cansız varlıkların enerji durumlarını tanımlamakta zorlandıkları fark edilmiştir. Örneğin bir öğrenciye uçurumdan denize düşen bir adam resmi verildiğinde "*adam yüzerken kinetik enerjiye, düşerken potansiyel enerjiye sahiptir*" açıklamasını yapmaktadır.

Dört aylık bir eğitimden sonra öğrencilere farklı içeriklerde enerji kavramının kullanıldığı soruları içeren anket uygulandığında 35 öğrenciden 28' inin soruları cevaplarken daha önce sahip oldukları kavram yanlışlarının yerine, bilimsel olarak kabul edilen kavramları kullandıkları görülmüştür. Bu arada, kavramsal değişim stratejisinin uygulanmasında bir çok zorluklar yaşanmıştır. Bazı öğrenciler kavramsal değişimi anlamada zorlanırken, bazı öğrenciler de orijinal kavramlarıyla bilimsel olarak doğru kabul edilebilen kavramlar arasındaki çelişkinin farkına varmışlar fakat çözümden kaçınmışlardır [75].

Öte yandan Boyes ve Stanisstreet (1991)' te çalışmalarında üniversite 1.sınıf öğrencilerinin “*yaşayan organizmalar için enerji kaynakları*” konusu ile ilgili kavram yanlışlarını belirlemişlerdir. Bu amaçla British şehir üniversitenin 1. sınıfında bulunan 2 gruba anket uygulanmıştır. Gruplardan biri biyoloji dersi alan 54 öğrenci, diğer grup ise fizik dersi alan 54 öğrenciden oluşmaktadır. Anket bitkiler ve hayvanlar için gerekli mümkün olan enerji kaynakları ile ilgili sorular içermektedir. Anketten elde edilen sonuçlar kodlanarak SPSS paket programında analiz edilmiştir. Sonuç olarak; Öğrencilerin bir kısmının bitkiler için enerji kaynağının güneş olduğunun farkında olmalarına rağmen;

- %31' i bitkilerin enerjiyi topraktan aldığı,
- %28' i sudan aldıkları,
- %20' si ise havadan aldıklarını düşüncesindedirler.

Hayvanlar için enerji kaynakları hakkındaki kavram yanlışları ise

- %29' luk grup havanın enerji kaynağı olduğunu ve belki de havanın yiyecekte aldığı enerjiye ihtiyacı olduğunu ve bunu yansıttığını belirtmektedir.
- Öğrencilerin % 18' i de suyun bir enerji kaynağı olduğu düşünmektedirler [76].

Mekanik enerjinin korunumu ile ilgili tez çalışması kapsamında Gülçiçek (2002) Ankara il merkezinde yer alan 6 liseden 310 lise 2. sınıf öğrencisiyle

yürüttüğü çalışmasında mekanik enerjinin korunumu konusunda öğrencilerde var olan kavram yanlışlarını tespit etmeye çalışmıştır. Bu doğrultuda enerji kavramıyla ilgili tespit ettiği kavram yanlışları aşağıda özetlenmektedir.

- Öğrenciler, tanımlanan bir sistemin sahip olduğu enerji formlarındaki değişimlere rağmen, sistemin toplam enerji değerinde herhangi bir değişim olmayacağını farkında değildirler.
- Öğrenciler, enerjinin korunumu için tanımlanan sistemlerin analiz ederlerken, sisteme ya da sistem içerisinde hareket eden nesnelere çeşitli enerji değerleri sağlayan bileşenleri ihmal etmektedirler. Özellikle bu durum yerçekimi ivmesinin dahil edilmesi gereken sistemlerde daha belirgindir [77].

Enerjinin korunumunu kimya boyutuyla ele alan Brook, Briggs ve Driver (1984), 15 yaşındaki çocukların ancak 20' de 1' inden daha azının yazılı cevaplarında “kimyasal reaksiyonlarda enerjinin korunumu” hakkındaki düşünceleri kullandığını belirlemişlerdir. Bu prensip doğrudan sorulduğunda, öğrencilerin 3' te 2' si, “Enerji tüketilir veya kaybolur” şeklinde cevap vermişlerdir [78]. Finegold ve Trumper (1989) 14-17 yaşlarındaki çocuklarda da benzer düşünceleri belirlemişlerdir. 14 ve 15 yaşlarındaki çocukların % 80' inin temel sorulara cevap verirken, büyük bir kısmının enerji korunumunu dikkate almayarak enerjinin tükendiği görüşünde birleştikleri görülmektedir [79]. Ross (1993), öğrencilerin bu düşünceyi, pillerin bitmesi, petrol tanklarının yeniden doldurulmalarının gerekmesi, ısı ve ışık sağlarken elektriğin tüketilmesi gibi günlük yaşantı durumlarıyla kazandıklarını ifade etmektedir [80].

Finegold ve Trumper (1989)' ın çalışmasında bazı öğrencilerin enerjiyi, başka bir şeyin sebebi ya da sonucu olarak tasvir ettiği belirtilmiştir. Örneğin,

— “Öğrenci: Sanırım bir şey..., enerjiye neden oluyor....

— Öğretmen: Anlamadım.

— Öğrenci: Bütün enerjiler için bunları aktive eden, bu kuvveti veren bir şey vardır”

Bu öğrencinin, enerjinin başka bir şey tarafından meydana getirildiğini düşündüğü anlaşılmaktadır [79].

Ülkemizde yapılan bir diğer çalışmada ise Tekkaya ve Balcı (2003), lise öğrencilerinin fotosentez ve bitkilerde solunum konularında sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemeye çalışmışlardır. Bu amaçla çalışmaya 63' ü lise 1., 67' si lise 2 ve 68' i lise 3. sınıf öğrencisi olmak üzere toplam 198 öğrenci katılmıştır. Araştırmada 6 açık uçlu, 11 doğru yanlış ve 8 çoktan seçmeli soru olmak üzere 25 soruluk bir kavram testi oluşturulmuştur. Belirlenen kavram yanlışları şöyledir;

- Fotosentez bitkilerin enerji ürettiği bir işlemdir.
- Fotosentezin yeşil bitkiler için en önemli faydası enerji üretimidir, çünkü fotosentez bitkinin gelişmesi için gereken enerjiyi sağlar.
- Bitkiler geceleri ışık enerjisi olmadığı zaman solunum, gündüzleri fotosentez, yapar.
- Fotosentez bitkilerin gündüz yaptığı solunumdur. Güneş enerjisi olmadığı zaman işlem tersine döner.

Ayrıca sınıf düzeyleri açısından ele alındığında

- “*Fotosentez sonucunda enerji üretilir*” ifadesinin her üç sınıf düzeyinde de (lise1., 2. ve 3. sınıf) ortaya çıktığı görülmektedir.

Fotosentez ve solunum konularındaki kavram yanlışlarına, yukarıda da örneklendiği gibi bütün düzeylerde rastlanıldığı ve bu kavram yanlışlarının yaygın ve kalıcı olmakta olup, kolaylıkla giderilemedikleri çalışma sonucunda belirtilmektedir. Kavram yanlışlarının nedenleri temel alındığında ders kitaplarının tekrar değerlendirilmesi ve konular arası bütünlüğün sağlanmasının gerektiği de çalışmada önemle vurgulanmaktadır [81].

Çalışmalarında fotosentez ve solunum konularının yanı sıra ekosistem ve besin zincirine de atıf yapan Özay ve Öztaş (2003) örneklem olarak ilköğretim ikinci kademe öğrencileriyle çalışmalarını yürütmüşlerdir. “*Öğrencilerin fotosentez ve*

*bitki besinleri konusundaki yorumları*”, isimli çalışmalarında araştırmacılar fotosentez ile solunum arasında ve ekosistem ile besin zinciri arasındaki ilişkinin biyoloji eğitimindeki önemini irdelemişlerdir. Bu çalışmayla, Türkiye’deki 14-15 yaşları arasındaki 9. sınıf öğrencilerinin bitki besini ve fotosentez konularındaki kavram yanılığlarının araştırılması amacıyla 7 açık uçlu soru geliştirilmiştir. Bunlardan “*güneş enerjisinden bitkiler nasıl yararlanır?*” sorusuna örnekleme oluşturan öğrencilerin sadece % 23.89’unun doğru cevap verdiği ortaya konmuştur. Burada en önemli zorluğun fotosentezdeki enerji değişiminin anlaşılmasında olduğu saptanmıştır. Sonuçta, öğrencilerin fotosentez, solunum ve ekosistemdeki enerji döngüsü konularındaki fikirlerinde uyumsuzlukların olduğu ortaya konmuştur. Çalışma sonucunda öğretim programı hazırlanırken öğrencilerin yanlış kavramlarının dikkate alınması önerilmekte, bunun öğrencilerin enerji ve onunla ilişkili konuları öğrenmesinde başarıyı arttıracadına değinilmektedir [82].

Enerjiyi kimya alanında bir derleme çalışmasıyla ele alan Özmen, Demircioğlu ve Ayas (2001), çalışmalarında atom-molekül, kimyasal denge ve asitler-bazlar gibi bazı kimya konularında alan yazında belirtilen yanlış kavramaların bir derlemesini yapmışlardır. Çalışmada yurt dışındaki kaynaklarda belirlenen yanılığlar Türkçe’ye çevrilerek sunulmuştur. Moleküllerin enerjisi ile sunulan kavram yanılığları şöyledir:

- Her bir fazdaki su molekülleri aynı hızda hareket eder
- Bir molekülün hızı büyüklüğu ile belirlenir.
- Bir molekülün yüzeyi arttıka hızı da artacaktır.
- Sıcaklık moleküllerin yayılmasına sebep olur.
- Sıcaklık su moleküllerinin ayrılmasına sebep olur.

Geleneksel öğretim yöntemlerinin öğrencilerin bilimsel olmayan ön kavramlarının değiştirilmesinde etkisiz olduğu, ezberci öğrenmeyi cesaretlendirdiği ve kavram hatalarının değiştirilmesine fırsat vermediği belirtilen çalışmada ayrıca, öğretmenlerin tutum, öğretim ve değerlendirme yöntemlerini değiştirmeleri gerektiği ve öğretimin anlamlı öğrenmeyi ilerletecek yönde yeniden düzenlenmesi gerektiği önerilmektedir [83].

Ross (1993)' ta yaptığı çalışmada çok sayıdaki öğrencinin “kimyasal bağ koptuğu zaman enerji açığa çıktığını” düşündüklerini belirtmektedir. Araştırmacı, bu yanlış kavramın, öğrencilerin “yakıtlar enerji içerir” deyimini düşünmeden ezberleyerek öğrenme yoluna gittikleri, yakıt ile enerji arasında güçlü bir ilişki kurmaya başladıkları zaman bu yanlışın geliştiğine inanmaktadır. Bu düşüncenin, öğrencilerin “yakıt bir enerji deposudur” fikri ile kimyasal bağlar arasında bir ilişki kurması ile daha da gelişeceği düşünülmektedir. Öğrencilerin metan molekülünün, karbon ve oksijen arasında dört kovalent bağ içerdiğini öğrenmesi örneğinde; metanın yanması ile oluşan enerjinin, bu bağların kırılması ile açığa çıktığını düşünmenin, yeni bağlar oluşmasındaki “artan-artık enerji” olduğunu düşünmekten daha kolay olduğu belirtilmektedir. Araştırmacı, öğretmenlerin öğretimde, yakıtlar ve oksijen arasındaki reaksiyonu “yakıt-oksijen sistemi” olarak vermelerini ve öğrencilerin farklı moleküllerdeki kovalent bağların bağ kuvvetleri hakkında fikirlerinin gelişmesine yardım etmelerini önermektedir [80].

Öte yandan Ross (1993)' un yaptığı çalışmayı destekler nitelikte Barker (1995) tarafından 16 yaşındaki öğrenciler ile yapılan çalışmada, öğrencilerin metan yandığı zaman enerjinin nereden geldiği sorusuna verdikleri cevaplar ve öğrencilerin yanıt yüzdeleri aşağıda sıralanmıştır.

- Enerji bağ oluşumundan gelir ( % 6).
- Enerji metanda saklıdır (% 13).
- Enerji metanın yanmasından gelir (% 14).
- Enerji alevden gelir (% 7).
- Enerji metandan gelir (% 6).

Bu yanıtlar alındıktan on beş ay sonra aynı öğrenci grubunun aynı soruya yaklaşık % 50' sinin enerjinin bağ oluşumundan geldiğini, % 19' unun da, enerjinin metanda saklı olduğunu düşündükleri belirlenmiştir. Öğrencilerin 15 ay önceki bilimsel olmayan cevaplarında ciddi azalmalar görülmüştür. Ayrıca bazı öğrencilerin “yakıtlar enerji depolarıdır” sözünü önceki yıllardan hatırladıkları ve bunun kimyasal olarak doğru düşünceyle yer değiştirmesinin zor olduğuna da çalışmada yer almıştır [84].

Hapkiewicz (1992)' te çalışmasında enerji ile ilgili bir çok kavram yanılığısından bahsetmiştir. Bunlar aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır.

- Enerji ile madde arasında bir ilişki yoktur.
- Enerji bir formdan diğer forma tamamen değişebilir.
- Enerji tükenebilir.
- Enerji sadece yiyecekte ve elektrikte vardır.
- Hareketsiz olan bir nesne enerjiye sahip değildir.
- Enerji ile güç arasında fark yoktur. Birbirlerinin yerine kullanılabilir.
- Enerji başka formlara dönüşürken azalır [62].

Ülkemizde yapılan bir başka çalışmada ise, farklı eğitim dillerinin fen derslerindeki kavramsal anlamaya etkisi araştırılmıştır. Kocakulah, Üstünlüoğlu, ve Kocakulah (2005) tarafından yapılan bu çalışmada eğitim dili Türkçe ve İngilizce olan iki ayrı okuldaki öğrencilerin kavramsal anlamalarında eğitim dilinin etkisi enerji kavramı bağlamında ele alınmıştır. Çalışmaya her iki okuldaki 3' er sınıftan, toplam 214 ilköğretim 8. sınıf öğrencisi katılmıştır. Nedensel-karşılaştırma yönteminin kullanıldığı çalışmada öğrencilere konuya ilişkin kavramsal anlama testi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerde tespit edilen yaygın kavram yanılığları şu şekilde özetlenebilir;

- Bir yay sıkıştığı zaman kinetik enerjiye sahiptir.
- Bir nesne potansiyel enerjiye sahip olmak için durur.
- Nesne sadece yerden belli bir yükseklikteyken potansiyel enerjiye sahiptir.
- Hareketsiz nesnelerin enerjisi yoktur.
- Nesnenin sahip olduğu enerjiyi yerçekimi azaltır.
- Nesnelere her zaman potansiyel enerjiye sahiptir.
- Bir cismin harekete başlamadan önce sahip olduğu potansiyel enerji, hareketinin sona erdiği durumdaki kinetik enerjisinden daha fazladır.



Çalışmayla enerji kavramında, İngilizce ile öğrenim gören sınıflarda, Türkçe ile öğrenim gören sınıflara göre daha fazla kavram yanlışlarının olduğu ortaya konmuştur. Araştırmacılar enerji kavramının yapılandırılmasında konuyla ilişkili hikaye ve benzetmelerin (anoloji) kullanılabilceğini önermektedirler [85].

Gerek fizik, kimya ve biyoloji gerekse yalnız kavram açısından enerjiye ilişkin bir çok konu alanında öğrencilerin perspektifinden bilimsel doğrulardan uzak yanlışların durum tespitinin yapıldığı bu bölümde, araştırmacıların bu yanlışlara çözüm olabileceği düşünülen tavsiyelerine de yer verilmiştir. Bir sonraki bölümde ise enerji kavramının anlaşılmasında yaşanan güçlükler ve öğrencilerin bu konuda sahip olduğu alternatif yapılara değinilecektir.

### **2.3 Enerji Kavramının Anlaşılmasında Yaşanan Güçlükler ve Öğrencilerin Sahip Olduğu Alternatif Yapılar**

Öğretim sürecinde öğretimi zor konulardan birisi olan enerji konusunda öğrencilerin sahip oldukları alternatif yapılar ve karşılan zorlukların irdelendiği bu kısımda, ayrıca bu zorlukların nasıl üstesinden gelineceğine ilişkin açıklamalara da yer verilmiştir.

Carr ve Kirkwood (1988), enerji kavramının öğretimi ve öğrenimi araştırmak amacıyla geliştirilen bir proje kapsamında öğrencilerin sınıfa getirdikleri ön kavramları ve enerji konusunda karşılaşılan zorlukları üzerinde durmuşlardır. Yeni Zelanda eğitim bakanlığı tarafından, ilk ve ikinci kademe okullarında öğrenim gören 15-16 yaş grubundaki öğrencilerle, bu öğrencilerin öğrenimini gözlemleyen farklı disiplin alanlarındaki (*fizik, kimya, biyoloji*) 3 öğretmen tarafından yürütülen bu proje üç yıllık bir süreyi kapsamaktadır. Bu proje içerisinde fen eğitimcileri ile beyin fırtınası yapılmış ve enerji kavramında karşılaşılan bazı zorluklar aşağıdaki gibi tespit edilmiştir.

- Enerji soyut bir kavram olduğundan öğretimi çok zordur ve öğrenciler onu genelde maddesel olarak bir materyal gibi ya da yakıt, kömür vb. gibi bir madde içinde depolanmış olarak düşünmektedirler.
- Enerjinin korunumu prensibi genellikle yakıtın korunumu ile karıştırılmakta ve sistemlerde tanımlanan enerjinin ısı gibi kaybolması olgusu bu karmaşayı daha da zorlaştırmaktadır.
- Yapılan tanımların çoğunda, enerjinin madde içerisinde depolanması yaygın olarak bilinen bir fikir ve sezgisel bir düşüncedir. Bu durum fen derslerinin öğretimi ve öğrenimini zorlaştırmaktadır.

Araştırmacılar sonuç olarak enerjinin tanımlanmasında ve sistemlerdeki durumu hakkında öğrencilerdeki ön bilgilerin ortaya çıkarılması gerektiğine vurgu yapmaktadırlar [86].

Okulda öğretimi zor bir konu olarak tanımlanan enerji konusunun, Jennison ve Reis (1991)' in, "*Herkes enerjiyi biliyor mu?*" isimli çalışmalarında, biyoloji öğretmenleri tarafından enerji konusunda karşılaşılan zorluklar ile bunların üstesinden nasıl gelineceğine ilişkin açıklamalar yapılmaktadır. Çalışmada öğrencilerin enerji konusunda yaşadıkları kargaşa ve onlara ilişkin araştırmacıların yorumları aşağıda verilmiştir.

- İş ile enerji aynı birimlere sahip olmasına rağmen aynı şeyler değildir. İş, enerji transferinde bir sürecin ismidir.
- Isı enerjinin bir ölçüsü değil, bir süreçtir.
- Öğrenciler dünyadaki yakıt (*petrol*) bunalımı ile enerji bunalımının aynı anlamda kullanırlar ama bunlar aynı şeyler değildir. Yakıt kullanılıp tükenir oysaki enerji korunur.
- Enerji korunur ve transfer edilebilir. Fakat ne yaratılabilir ne de yok edilebilir. Öğrencilerin enerjinin bu özelliğini anlamaları için kaynaklar yeterince açık değildir.

Araştırmacılar çalışma sonucunda biyoloji öğretiminde, fizik ve kimyanın da kullanılmasını, fen' in günümüzde az insan tarafından savunulan fizik, kimya,

biyoloji olarak ayrı öğretimi ile değil bütün olarak öğretiminin daha yararlı olacağını önermektedirler [87].

Jennison ve Reis (1991)' in bütünleştirici öğretim önerisini destekler nitelikte bir çalışmada ülkemizde Gürdal, Şahin ve Bayram (1999) tarafından yapılmıştır. Eğitim fakültelerinin Fizik, Kimya ve Biyoloji ana bilim dallarından mezun konumda olan son sınıf öğrencisi öğretmen adayları ile yapılan çalışmanın amacı enerji konusunda bütünleştirmenin ne düzeyde yapıldığını belirlemektir. 30' u Fizik, 30' u Kimya ve 30' u da Biyoloji olmak üzere toplam 90 öğrenciden oluşan örnekleme, 28 açık uçlu sorudan oluşan bilgi testinin yanı sıra, ilköğretim programındaki enerji ünitesinde yer alan kavramların verildiği fakat bu kavramlar arasındaki ilişkilerin verilmediği eksik bir kavram haritası veri toplama aracı olarak uygulanmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular aşağıda özetlenmektedir.

- Enerjinin tanımını yapma ve güneş enerjisi ile fotosentez arasındaki ilişkiyi anlamada her üç ana bilim dalı arasında belirgin bir farklılık görülememekte olup Fizik ve Kimya öğrencileri Biyoloji öğrencilerine göre daha düzgün ifadelerle tanımlamışlardır.
- Fizik, Kimya öğrencileri enerjiyi iş yapabilme gücü olarak tanımlarken, Biyoloji öğrencileri ise “*Yaşamın devamlılığı için gereklidir*“ şeklinde tanımlama yoluna gitmişlerdir.
- Biyoloji öğrencilerin iş ile enerji arasındaki ilişkiyi doğru kuramadıkları tespit edilmiştir.
- Enerjinin birimini, Enerjinin dönüşümünü ve Yenilenebilir enerji kavramını anlamada Fizik bölümü öğrencilerinin hem Kimya hem de Biyoloji öğrencilerinden, Kimya öğrencilerin ise Biyoloji öğrencilerinden daha iyi durumda oldukları görülmüştür.
- En temel enerji kaynağının güneş olduğu, en yüksek başarı yüzdesi ile Kimya öğrencileri tarafından sonra Fizik öğrencileri en başarısız olarak ta Biyoloji öğrencileri tarafından doğru olarak ifade edilmektedir. Biyoloji öğrencilerinin azımsanmayacak bir kısmı en temel enerji kaynağı olarak Güneş' i değil, besinleri yanıtlarına yansıtılmaktadırlar.

- Fotosentez-Solunum, Solunum-Kimyasal enerji ve Hücre-Enerji arasındaki ilişkiyi anlamada Biyoloji öğrencilerinin, Fizik ve Kimya öğrencilerinden, Kimya öğrencilerinin ise Fizik öğrencilerinden daha başarılı oldukları belirlenmiştir.

Bunun yanında çalışmadan elde edilen verilere dayanarak araştırmacılar bu üç branşta öğrenim gören öğrencilerin enerji konusunda en başarısız oldukları kavram ve ilişkileri aşağıda ki şekilde sıralamışlardır.

- %31 yenilenebilir enerji
- %50 enerji birimi
- %55.2 güneş enerjisinin oluşumu

Araştırmacılar ilköğretim fen bilgisi dersini yürütmeye aday öğretmenlerine fen bilgisi üniteleri arasındaki bütünleştirmeyi sağlamanın önemini kavratılması gerektiğini önermekte ayrıca bu bütünlüğün yalnız fen bilimleri içerisinde değil fen ile diğer alanlar (Matematik, Resim, Müzik vb.) arasında da yapılması hususuna vurgu yapmaktadırlar [60].

Enerji konusunun öğreniminde karşılan güçlükleri ortaya koyarak konunun asıl tarafları olan uygulayıcılara yol gösterir nitelikteki bu çalışmanın ardından, öğrencilerin enerji ve enerji ile ilgili kavramlarda yaşadığı zorlukları tespit etmeyi amaçlayan bir başka çalışma ise Goldring ve Osborne (1994) tarafından yapılmıştır. Çalışma Londra da, 2' si özel, 6' sı devlet okulunda olmak üzere toplam 75 ikinci kademe öğrencilerine 26 sorudan oluşan bir anket uygulanarak yürütülmüştür. Anketten sonra bir grup öğrenciyle derinlemesine bilgi sağlamak amacıyla görüşmeler yapılmıştır. Çalışmada öğrencilerin enerji konusunda kavramsal anlamada eksiklik gösterdikleri bazı ifadeleri ve bu ifadelerin yüzde oranları aşağıda verilmektedir.

- İş yapıldığı zaman ısı her zaman oluşur (%43).
- Enerji transfer olunca iş yapılır (%56).

- Enerji korunumunu, enerjinin saklanması anlamına gelir (%31).
- Enerji güçtür (%17).
- Enerji sadece laboratuvarında korunur (%16).

Çalışma sonucunda, öğrencilerin %50 sinin enerji, ve enerji ile ilgili temel kavramları anlamadıkları ve enerji kavramını günlük hayata doğru uygulamada büyük zorluklar yaşadıkları tespit edilmiştir. Ayrıca araştırmacılar derslerde öğretmenlerin bilimsel kavramlara daha fazla vurgu yapmalarını önermektedirler [88].

Öğrencilerin anlamalarındaki güçlükleri tespit anlamında Goldring ve Osborne (1994)' un çalışmasıyla ortak paydaya sahip bir diğer çalışmada da Kruger, Palacio ve Summers (1992) tarafından İngiltere de yapılmıştır. İlköğretim öğretmenlerinin sahip olduğu güç, enerji ve materyal kavramlarının anlaşılmasındaki zorlukları araştırmayı hedefleyen bu çalışmaya fizik, kimya ve biyoloji alanlarında 71 okuldan, 1 ile 41 yıl arasında deneyimli 450' nin üzerinde öğretmen, gönüllü olarak katılmıştır. Araştırmada güç, enerji ve materyal kavramlarıyla ilgili açık uçlu sorulardan oluşan bir anket hazırlanmıştır. Anket hazırlanırken 20 öğretmen ile çalışma öncesinde yapılan mülakatlardan faydalanılmıştır. Bu anketteki soruların dağılımı; 38 soru güç, 32 soru materyal, 26 soru da enerji ile ilgilidir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular şöyledir;

- Enerji ile güç kavramı karıştırılmıştır. 152 öğretmenden 110' u zıplayan oyuncak kurbağadaki yayda bir gücün saklandığı ve 131' i ise düşen bir kayanın güce sahip olduğu görüşündedir.
- Bir nesne yukarı doğru çıkarken, enerjisi, çıkabileceği en son yüksek noktadadır. Aşağı inerken ise enerjisi belirsizdir.
- Bir çok öğretmenin, yerçekimi potansiyel enerjisi ile ilgili hiçbir düşüncesi yoktur ve enerjiyi durumdan daha çok hareketle ilişkilendirmektedirler.
- Öğretmenlerin çoğunluğunun enerji korunumu ile ilgili cevapları çelişki içermektedir.
- Enerji soyut bir düşünceden ziyade bir varlıkla ilişkilendirilmektedir.

- Enerji hakkındaki yaygın bir düşüncede enerjinin yaşam gücü olarak algılanmasıdır.

Çalışma sonucunda öğretmenlerin fen kavramlarında eksikleri olduğu, öğretim programının uygulamalarında farklılıklar olduğu tespit edilmiştir [89].

Bir ile kırk bir yıl arasında deneyime sahip öğretmenlerin bile temel fen kavramlarına anlam vermede, ne denli bilimsellikten uzakta durduklarını gösterir çalışmalar inanılması güç gerçeklerin kanıtı durumundadır. Öğretmenlerin bu alternatif yapılarının, öğrenciler üzerinde tespit edilen eksiklikleri aratmayacak ölçüde dirençli olduğu da sistem açısından cevaplanması gereken bir başka zor sorudur. Yapılan çalışmaların hemen-hemen tamamı, seçilen öğrenci örnekleriyle yürütülmüş olup, onlardaki enerji konusu ile fikirlerin açığa çıkarılması amaç edinilmiştir. Bu çalışmalar içerisinde değerlendirilebilecek bir başka çalışma da Lijnse (1990) tarafından yapılmıştır. Bu amaçla 16 yaşındaki toplam 97 öğrenciye açık uçlu sorulardan oluşan bir anket yöneltilmiştir. Bazı sorularda enerji, ısı ve enerjinin korunumu ile ilgili benzer kavramlar sorulmuştur. Öğrencilerde belirlenen alternatif yapılar şöyledir;

- Yanma ile enerji açığa çıkar ve enerji bir işi yapmak veya bir kişiyi hareketlendirmek için gereklidir (*Örnek; Vücudunda ilk önce yemek yersin, sonra bir yanma olur ve enerji kazanırsın*).
- Güneş enerjisi ve ısı enerjisi ile akım veya güç üretebilirsin; enerji güneş'in hücreleriyle akıma dönüşür.
- Kuvvet kaslarda oluşturulur/ yanar ya da bir şeye dönüşür (*Örnek: Benzin petrolden elde edilir, bu da arabayı çalıştırır*).
- Enerji güç kaynağıdır [56].

Enerjinin yanında ısı, sıcaklık gibi birbirlerine yakın kavramlarında merkeze alındığı Maskill ve Pedrosa (1997)'nin "*fen öğretiminin dizaynı, alternatif yapılar ve öğrencilerin sorunları*" isimli çalışmalarında Portekiz de öğrenim gören yaşları 15-16 arasında değişen 6 sınıftaki toplam 183 öğrenci örneklem olarak belirlenmiştir. Çalışma ısı, enerji ve sıcaklık konularında öğretmenlerin öğretmekte zorlandıkları

konuları ve aynı zamanda öğrencilerin en çok bilinen alternatif yapılarını içeren 558 sorudan oluşmaktadır. Çalışmada enerji “geçer” ve “kaybolur” ya da “vücutta tutulur” gibi öğrenci söylemlerine rastlanmaktadır. Ayrıca öğrencilerin enerjinin korunumunu sorularda göz önüne almadıkları da bir diğer bulgudur. Araştırmacılar enerji gibi soyut ve karmaşık kavramların öğretiminde zorlanılmasının önceki eksik ve yetersiz bilgilerle, bilimsel dile günlük dilin direnç göstermesinden kaynaklandığını belirtmektedirler. Ayrıca öğretimde öğrencilerin zihinsel modellerinin ve ön bilgilerinin dikkate alınmasını da çalışmalarında öneri olarak sunmaktadırlar [57].

Bu bölümde, öğrencilerin enerji konusunda sahip olduğu alternatif yapılar ve karşılan zorluklar incelenmiştir. Ayrıca bu zorlukların nasıl üstesinden gelineceğine ilişkin açıklamalara da yer verilmiştir. İzleyen bölümde ise enerji konusu ile kitaplarda yer alan kavram ve şekillerin analizi yer almaktadır.

## **2.4 Enerji Kavramı ile İlgili Kaynak Kitap Analizi**

Bu bölümde, enerji çeşitleri ve mekanik enerjinin korunumu gibi enerji ile ilgili kavramların kaynak kitaplardaki durumu irdelenmiştir.

Becu-Robinault ve Tiberghien (1998)’ in yaptıkları araştırma, Fransa’ da 1902-1988 yılları arasındaki enerji programı ile 1994’ te aniden değişen enerji programının değerlendirilmesini içermektedir. Çalışmada ilköğretim ikinci kademe düzeyindeki enerji programı ve enerji ile ilgili deneyler değerlendirilmiştir. 1902-1997 arasında nitelik ve nicelik bakımından aynı bilgileri içermeyen 13 farklı fizik programı bulunmaktadır. Araştırmacılar 1925’ den 1994’ e kadar kullanılan 28 ders kitabını analiz etmişler ve bu kitaplarda yer alan enerji deneylerini incelemişlerdir. 1994’ e kadar olan deneyler daha çok mekanik enerjinin korunumu ile ilgilidir. 1994’ te değişen programda mekanik enerjiye ek olarak ısı ve elektrik enerjisi ile ilgili deneylerde yer almaktadır. 1902-1979 arasında korunum prensiplerinin öğretildiği, 1979’ da enerji korunumu ile transferinin yer aldığı ve deneylerin kavramsal içeriği değerlendirildiğinde, basit olduğu görülmüştür [52].

İlköğretim ikinci kademe okullarında yapılan bir başka çalışmada ise Kaper ve Goedhart (2002), öğretimde kullanılan 2' si kimya 2' si fizik 4 farklı kitaptaki enerji çeşitlerini (kimyasal enerji, ısı enerjisi, esneklik enerjisi, mekanik enerji vb.) incelemişlerdir. Bu amaçla termodinamiğin prensiplerine dayanarak ve kitaplardaki enerji çeşitleri üzerine odaklanarak analizler yapmışlardır. Çalışma sonucunda mevcut programda enerji çeşitlerinden sadece kinetik ve potansiyel enerjiden bahsedildiği belirtilerek, *fen programından diğer enerji çeşitlerini çıkarmak mı gerekir?* sorusu sorulmaktadır. Enerji çeşitlerinin öğretiminde belli deneyimler sonucu ortaya konmuş geçerli ve tutarlı uygun bir dil kullanılmasının alışılmış öğretime bir alternatif sunacağı da ayrıca çalışmada önerilmektedir.

Bu bölümde, kaynak kitaplarda yer alan enerji kavramlarının analizi yapılmış olup, bir sonraki bölümde enerji kavramının öğretimi ve gelişim süreci üzerinde durulacaktır [90].

## **2.5. Enerji Kavramının Gelişimi ve Öğretimi**

Bu bölümde, enerjinin daha verimli anlaşılması ve geliştirilmesi amacıyla öğretimde hangi kavramlara vurgu yapılmasının gerektiği ve bunun yanında enerji kavramlarının gelişimleri de ele alınmıştır. Enerjiyle ilişkili kavramların ve enerji hakkındaki teknolojik gelişmelerinde incelendiği bu bölümde, ayrıca kavram gelişimi ve öğretimi için yapılandırmacı öğrenme kuramına yönelik etkinliklerin değerlendirilmesine ait bir çalışma da sunulmuştur.

Urevbu (1984), enerji kavramının öğretimi isimli çalışmasında, araştırmasının problemlerini aşağıdaki maddeler halinde belirtmektedir;

- Nijerya' daki ilköğretim öğrencilerinin seçilen enerji kavramlarında ne seviyede başarı gösteriyor?
- Nijerya da yeni öğretim programı hangi enerji kavramlarını içermelidir?
- Enerji kavramları hangi düzeylerde verilmelidir?



Çalışma Nijerya’ da 100 proje okulu arasından rasgele seçilmiş Agbado ilkokulunda öğrenim gören 1230 öğrenciden her biri 90’ ar kişi olan 5 sınıfta (2. -6. sınıf arası) 450 öğrenciyle yürütülmüştür. Çalışmayı yürüten eğitimciler aşağıda verilen konuları öğretmeyi amaçlamışlardır.

- Birincil enerji kaynağı güneştir.
- Enerji bir formdan diğer bir forma dönüşebilir (kimyasal, mekanik, elektrik, ışık, ısı, vb.)
- Yiyeceklerimiz kimyasal enerji kaynağıdır. Bu enerjiyi vücudumuz ısı ve mekanik enerjiye dönüştürür.
- Maddeye enerji verildiğinde ya da maddeden enerji alındığında, maddenin bazı özellikleri değişir.
- Maddeye verilen enerji bir ısı artışına neden olabilir. Verilen enerji miktarındaki artış maddenin çeşidinden ve miktarından bağımsızdır.
- Maddenin ısısı arttığı zaman molekülleri daha da hızlanır ve yayılırlar (birbirinden ayrılır), ısısı azaldığı zaman maddenin moleküllerinin hızı yavaşlar ve bir araya toplanırlar.
- Enerji, iş yapabilme yeteneğidir.

Araştırmacı, çalışmasında öneri olarak, fen’ i daha iyi öğretmede, eğitimcilerin bilimin doğasının bilinmesi ve öğrencilerdeki kavramsal yapı düzeyleri ile onları değerlendirirken bilgi düzeylerinin dikkate alınması gerektiğini belirtmektedir [91].

Enerji konusunun öğretimi üzerine ülkemizde Kurt ve Akdeniz (2002), tarafından da bir çalışma yapılmıştır. Araştırmacılar enerjinin fizik öğretiminde, yapılandırmacı öğrenme kuramına uygun olarak geliştirilen çalışma yapraklarıyla, değerlendirilmesini esas almışlardır. Bu amaçla 2002 bahar yarıyılında Trabzon’ da bir anadolu lisesinde 23 kişiden oluşan bir sınıftaki, 2. sınıf öğrencilerine 3 hafta sürecince grup ve bireysel çalışma yöntemleri kullanılarak bu öğretimi gerçekleştirmişlerdir. İş, güç, iş-enerji teoremi, enerji dönüşümü ve yayın potansiyel enerjisi konularında kullanılan “*İş ne zamana kadar yapılır?*”, “*Göster gücünü*”, “*Enerjine göre iş yap*”, “*Yayın potansiyel enerjisi*” isimli çalışma yaprakları

araştırmacılar tarafından daha 6nceden geliştirilmiştir. Çalışma yaprakları kullanarak yapılan bu uygulamadan sonra, ders 6ğretmeni ile yarı-yapılandırılmış g6r6şme ve sınıftan rasgele seçilen 17 6ğrenci ile de grup g6r6şmeleri yapılmıştır. Ders s6recinin g6zlenerek analizi, 6ğrenci ve 6ğretmenle yapılan g6r6şmelerden elde edilen bulgular ve tamamlanan çalışma yapraklarının dok6man analiz y6ntemi ile incelenmesi sonucu; enerji konusunda hazırlanan çalışma yapraklarının fiziğe olan ilgiyi arttırdığı ve sınıfı organize etmede etkili olduğu ortaya çıkmıştır. 6ğretmenlerin, çalışma yapraklarının, farklı sınıf ortamlarını ve 6ğrenci gruplarını g6z 6n6ne alarak hazırlanması gerektiği 6nerisi de çalışmada belirtilmiştir [92].

Enerjinin 6ğretimine ilişkin bir 6ğretim programı tasarısı geliştiren Sılay (2002), çalışmasında orta6ğretim fizik dersi enerji 6nitesi için değişik 6ğretim y6ntemleri ve geliştirilen materyallerden (bulmacalar, karikat6rler, eğitsel oyunlar, grup çalışmaları, kavram 6ğretim materyalleri vb.) yararlanarak konuyu daha kolay anlaşılır ve ilgi çekici hale getirmeyi amaçlamıştır. Hazırlanan 6ğretim programı tasarısının değerlendirilmesi amacıyla; İzmir ili S6leyman Demirel lisesi 10. sınıfındaki 23 6ğrenciden oluşan deney grubuna geliştirilen program tasarısı, 25 6ğrenciden oluşan kontrol grubuna da mevcut program uygulanmıştır. Deney ve kontrol gruplarına uygulanan 6n test ve son test ile elde edilen veriler t-testi ile değerlendirilerek, iki grup arasındaki başarı d6zeyi incelenmiştir. 6ğrencilerle yapılan g6r6şmeler ve t-testinden elde edilen bulgularla, deney grubunun kontrol grubuna g6re daha başarılı olduğu g6zlenmiştir. Buna dayanılarak 6ğrenciyi etkin kılan, 6ğretmeni bilgi edinme yollarını 6ğreten bir rehber durumuna getiren bu geliştirilen 6ğretim programı tasarısının, 6ğrencilerin başarılarını arttırdığı sonucuna varılmıştır [93].

alışmalarında enerji kavramına ilişkin alternatif yaklaşımlara değinen Kirkwood ve Carr (1989), Yeni Zelanda da ki ilk ve 2. kademe okullarda 3 yıllık bir 6ğrenme ve 6ğretme projesi olan LISP' in (*Learning in Science Project*) enerji kavramı hakkında da alternatif yaklaşımlar sunduğunu belirtmektedirler. 5200 n6fuslu bir kasabada yaklaşık 600 okul 6rnekleminden 14-15 yaşlarındaki 6ğrencilerin oluşturduğu d6ř6k seviyede sayılabilecek 4 sınıf seçilmiş ve

dersler 18' er yıllık deneyime sahip üç öğretmen tarafından yürütülmüştür. Bu yeni yaklaşımlar öğrenci merkezli olup iki ana eksenle odaklanmaktadır.

- Enerji çeşitleri ile ilgili sınıfta beyin fırtınası yapılarak öğrencilerin bu teknikle bildikleri her şeyi (doğru-yanlış-eksik) sınıfta ortaya koyma olanağı yakalamaları sağlanmıştır.
- Enerji çeşitleri ve enerji kaynakları hakkında gruplar oluşturulmuş ve grupların posterler geliştirmeleri sağlanmıştır. Bu posterler uçurumun kıyısında bir kaya, hızlı hareket eden bir araba, çalışmakta olan bir elektrikli matkap, ısınmış bir matara vb. resimleri kapsamaktaydı. Bu sayede öğrencilerde enerji konusunda kavramsal değişim sağlanmaya çalışılmıştır.

Sonuçta bu yeni yaklaşımlarla enerji bilgisi düşük seviyedeki bir sınıfın derse daha iyi motive olduğu görülmüştür. Araştırmacılar öğrencilerin seviyelerine göre öğretim stratejilerinin belirlenmesi gerektiğini önermektedirler [94].

Öte yandan farklı kültürlerdeki öğrencilerin enerji kavramlarının gelişimlerini araştıran Liu ve Tang (2004), Çin ve Kanada' da yaşları yaklaşık 9, 13 ve 17 olan, her birinden ikişer sınıf olmak üzere, 4., 8. ve 12. sınıf öğrencilerden toplam altı sınıf ile çalışmalarını sürdürmüşlerdir. Çalışmanın örneklemini oluşturan bu öğrencilere iki açık-uçlu sorudan oluşan bir anket uygulanmıştır. Anket sonucunda öğrenci cevapları 11 farklı kategoride toplanmıştır. Bunlar;

- Enerji insan ihtiyaçları ile ilgilidir (insan ihtiyaçları).
- Enerji insan gücü veya potansiyeli ile ilişkilidir (insana ilişkin).
- Enerji farklı kaynaklardan gelir (kaynaklar).
- Enerji ısı veya yakıtın akması ile ilgilidir (akış).
- Materyaller serbest bırakıldığı zaman enerji üretirler (materyal).
- Enerji harekete ve değişime neden olur (hareket).
- Enerji farklı formlarda bulunabilir (form).
- Fizikteki enerji ölçülebilir (ölçme).
- Enerji dönüştürülebilir (dönüşüm).

- Enerji nesnenin potansiyel yeteneği veya kapasitesidir (iş).
- Enerji korunur (korunum).

Araştırma sonucunda Çin ve Kanada okulları arasında kavram gelişiminin farklı olduğu ve enerjinin doğası ile ilgili tanımların (*Örneğin; Enerji iş yapabilme yeteneğidir veya enerji korunur gibi*) her iki ÷lkede % 30' un altında olduğu belirlenmiştir. Okullarda öğretim programındaki fen derslerinin farklılığının ışığında tartışılan sonuçlara göre, 4. ve 12. sınıflardaki öğrencilerin alternatif kavramlarında benzerlikler olduğu da tespit edilmiştir [95].

Summers, Kruger, Mant, ve Childs (1996)' ta Liu ve Tang gibi kavram gelişimi üzerinde durarak, çalışmalarında ilkokul öğretmenleri tarafından enerjinin daha verimli nasıl anlaşılacağı ve nasıl geliştirilmesi gerektiğini tartışmışlardır. Bu doğrultuda öğretmenler uzmanlar tarafından yürüt÷len bir hizmet-içi eğitime alınmıştır. Çalışmaya fen alanında hiçbir uzmanlığı olmayan ortalama 15 yıllık deneyime sahip 4' ü bayan, 2' si erkek 6 ilkokul öğretmeni gönüll÷ olarak katılmıştır. Eğitimden önce katılımcıların ön kavramlarını ortaya çıkarmak için enerji, enerji verimi ve çevredeki enerji ile ilgili kavramlar çerçevesinde görüşmeler yapılmıştır. Görüşme aracı her biri günlük yaşam ile ilgili resim içeren 7 resimden oluşmaktaydı. Sonuçlar; bilimsel olmayan, yarı bilimsel ve bilimsel olmak üzere sınıflandırılmış ve öğretmenlerin özet çalışma yaprakları karşılaştırılarak analiz edilmiştir. Eğitim öncesinde, enerjinin korunumunun; enerjinin eksik kullanımı ya da enerjinin tasarrufu olarak anlaşıldığı tespit edilmiştir. Eğitimden sonra uygulanan son testte bilimsel içerikli yanıtların yüzdesinde bir artma gör÷ld÷đü belirtilmektedir. Ayrıca araştırmacılar öğretmenlerin verimli anlamalarının bizim geleceğimiz olduğunu belirterek bütün dñnyayı kapsayan bir fen programına ihtiyaç olduğunu önermektedirler [96].

Enerji kavramının gelişiminden farklı olarak enerji kavramıyla ilişkili kavramların ve enerji hakkındaki teknolojik gelişimlerin incelendiği bir çalışma olan Zain ve Sulaiman (1998)' in çalışmaları, 78' i erkek, 55' i bayan toplam 133 üniversite fizik öğrencisine anket uygulanarak gerçekteştirilmiştir. Çalışmanın veri toplama aracını oluşturan anket araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Uygulanan

anket beş bölümünden oluşmakta olup öğrencilere yanıtlarını dört seçenek içinden seçme imkanı sunmaktadır. Anketin 2. bölümünde enerjinin korunumu ve tasarrufu ile ilgili öğrencilere yöneltilen bazı sorular ve öğrencilerin verdikleri yanıtlar aşağıda verilmiştir.

Tablo 2.1 Enerjinin Korunumu ve Tasarrufu İle İlgili Öğrencilere Yöneltilen Bazı Sorular ve Öğrencilerin Bu Sorulara Verdikleri Yanıt Yüzdeleri

Sorular		Doğru Yanıt (%)	Yanlış Yanıt (%)
1	Yakıtlar birdenbire tükense, biz her zaman elektrik kullanabilir miyiz?	12	88
2	Madem enerji korunuyor, bir kez kullanıldıktan sonra, biz onu tekrar-tekrar kullanabilir miyiz?	32	68

Çalışma sonucunda, yukarıdaki tablodan da anlaşıldığı üzere, öğrencilerden büyük çoğunluğunun bilimsel olarak doğru kabul edilemeyecek yanıtlara yöneldiği görülmektedir. Öğrencilerin % 88' inin elektrik üretiminde yakıtların kullanıldığını bilmediği, yalnız % 12' sinin bu durumu doğru bildiği tespit edilmiştir. Yine % 68 gibi yüksek yüzdeli bir öğrenci grubu da enerjinin kullanıldığı zaman azaldığını anlamakta zorlanmaktadır. Araştırmacılar bu yanlışların öğretmenler tarafından tespiti ile giderilebileceğini önermektedirler.

Enerji kavramının öğretimi ve gelişiminin alan yazındaki izlerinin sürüldüğü bu son bölümde araştırmacılar özetle aşağıdaki önerileri getirmektedirler.

Öğretmenlerin kavram öğretimine yardımcı olan çalışma yapraklarının hazırlanmasında, farklı sınıf ortamlarını ve farklı öğrenci seviyelerini dikkate almalıdırlar.

Enerjiyi ve daha genel anlamda fen' i daha iyi öğretmede, eğitimcilerin bilimin doğasının bilmeleri önemlidir. Bunun yanında öğretmenlerin öğrencilerin seviyelerine göre öğretim stratejilerini belirlemeleri ve onları değerlendirirken bilgi düzeylerini dikkate almalıdırlar.

Her ÷lkede enerji kavramı özelinde fen kavramlarının gelişiminin farklı olduğu, bu nedenle bütün dünyayı kapsayan bir fen programına ihtiyaç doğmuştur. Öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarına karşı çözüm olarak, sınıf ortamında kavramsal değişim stratejilerinin kullanımı önerilmektedir [97]

Enerji kavramının; gelişimi ve öğretimi, kavramsal olarak anlaşılması, kavram yanlışlarının tespiti, öğrenme-öğretme sürecinde karşılaşılan zorlukları ve bu kavramın kaynak kitaplardaki analizleri üzerine yapılmış olan alan yazındaki çalışmalara yer verilen bu ikinci bölümden sonra araştırmanın yöntemi üzerinde durulacaktır.

### 3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırma modeli, evren ve örneklem, araştırmada izlenen yol, veri toplama araçları ve veri çözümleme teknikleri açıklanmıştır.

#### 3.1 Araştırma Modeli

Araştırmanın modeli, betimleyici tarama modeli desenli bir çalışmadır. Karasar (2004)' a göre tarama modelleri, geçmişte ya da halen varolan bir durumu olduğu gibi betimlemeyi amaçlayan araştırma yaklaşımları olup, araştırmaya konu olan olay, birey ya da nesne, kendi koşullarında tanımlanmaya çalışılır [98]. Genel tarama modelleri ve örnek olay tarama modeli olmak üzere iki kısımda incelenen tarama modellerinden, örnek olay taraması ile yapılan araştırmalar, yüzeysel nitelikteki genel tarama modelleri ile yapılan araştırmalara göre daha detaylı ve gerçeğe daha yakın bilgiler verir [98].

İstatistiksel bir işlem sürecine çoğunlukla olanak vermeyen tarama modeline sahip çalışmalar, büyük ölçüde nitel araştırmalardır [1]. Bu araştırmalarla olayların muhtemel nedenlerinin ve nasıllarının daha kolay görülebilme imkanı vardır [98]. Tarama modeline sahip bu araştırmada da, öğrencilerin sahip olduğu düşüncelerin ayrıntılı olarak incelenmesi amaçlandığından nitel yönü daha ağırlık kazanmış olmakla birlikte, nicel boyutu da bulunmaktadır. Bu anlamda çalışmanın nitel yönünü oluşturan iki bileşen Tablo 3.1' de, nicel yönünü oluşturan iki bileşen ise Tablo 3.2' de ayrıntılı olarak tanıtılmaktadır.

Tablo 3.1 Araştırmanın Nitel Boyutunu Oluşturan Veri Toplama Araçları

1	İlköğretim ve Üniversite düzeyleri için hazırlanan kavramsal anlama testlerinde bulunan 3' ü ortak 7 açık uçlu soru.
2.	Kavramsal anlama testlerini destekler nitelikte öğrencilerle yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmeler.

Tablo 3.2 Araştırmanın Nicel Boyutu Oluşturan Veri Toplama Araçları

1	Uygulanan kavramsal anlama testlerinin her ikisinde de yer alan ve ortak soru olma niteliği taşıyan çoktan seçmeli 8. soru.
2.	Öğrencilerin fen' e yönelik tutumlarını ölçmek amacıyla kavramsal anlama testlerinden önce uygulanan tutum ölçeği.

Abraham ve arkadaşları (1994), öğrencilerin enerji kavramı konusunda anlama düzeylerini tespit etmek amacıyla yapılan bu gibi çalışmalarda öğrencilerin yaş ve kapasitelerinin de göz önüne alınması gerektiğini savunmuşlardır. Ayrıca anılan araştırmacılar, bu tür araştırmalarda farklı yaş gruplarındaki öğrencilerin sınırlı süre zarfında aynı sorularla değerlendirilmeye çalışıldığı “yaş’a bağlı (cross-age)” çalışmaların tercih edilmesinin yanı sıra, belirlenen belirli yaş grubundaki öğrencilerin farklı sorularla dönemlik ya da yıllık uzun süreli bir periyotta değerlendirilmek istendiği “boylamsal (longitudinal)” çalışmaların da çok sık tercih edildiğini belirtmişlerdir [99].

Bu araştırma öğrencilerdeki kavramsal anlamayı tespit etme yönüyle, yabancı alan yazın da “cross-age” olarak nitelendirilen farklı yaş gruplarındaki bireylerin ortak sorularla değerlendirilmesinin amaçlandığı araştırmalar arasına girmektedir. Bu tür çalışmalar, öğrencilerin olgunlaşması ve zihinsel gelişimlerinin artmasıyla, alan çalışmalarındaki deneyimlerinden ortaya çıkan kavram değişikliklerinin gözlemlenebilmesine fırsat vermesi açısından önemlidir [33]. “Yaş’ a bağlı (cross-age)” bu çalışmalar alan yazında da birçok araştırmacı tarafından kullanılmıştır (Kargbo, Hobbs ve Erickson, 1980; Johnson ve Wellman, 1982; Arnaudin ve Mintzes, 1985; Carey, 1985; Calough ve Wood, 1987; Halsam ve Treagust, 1987) [33].

### 3.2 Evren ve Örneklem

Nitel araştırmalarda örneklem seçimi araştırma probleminin özelliği ve araştırmacının sahip olduğu kaynaklarla yakından ilgilidir [1]. Bilginin öznel bir vasfa sahip olduğu bu araştırmalarda öğrencilerin ne düşündüğünün belirlenmesi



kadar, neden öyle düşündüklerinin belirlenmesi de önemli yer tutar. Nitel araştırmalarda, bilgi öznel ve yapısı gereği her an değişebilir nitelikte olup kişiden kişiye farklılaşabileceğine göre, araştırmada yer alan örneklem nicel anlamda evreni temsil eder biçimde seçilmiş olsa bile, evrene genellenemez [1]. Buradan hareketle, bu araştırmada nicel araştırmalarda yapılan bir evren tayinine gidilmemiştir. Bununla birlikte, çalışmaya katılan örneklem grupları, ilköğretim ve üniversite düzeyi olmak üzere iki başlık altında toplanarak aşağıda incelenmiştir.

### 3.2.1 İlköğretim Düzeyi Örneklem Grupları

Araştırmaya katılan ilköğretim öğrencilerine ilişkin daha detaylı açıklayıcı bilgiler Tablo 3.3' te yer almaktadır. Buna ek olarak sağlıklı veri toplama ve öğrencilerin rahat bir uygulama geçirmesi açasından okul, sınıf ve öğrenci isimlerinin verilmeyeceği, örneklemi oluşturan öğrenciler ile okul yetkililerine garanti edilmiştir. Bu nedenle okul ve öğrenci isimleri araştırma süresince gizli tutularak, her bir öğrenciye örneklem sayısı aralığı, her bir okula da toplam sayısı aralığında farklı kod numaraları verilmiştir.

**Örneklem-1:** Balıkesir il merkezinde yer alan ve her birinden rastgele seçilmiş 2'şer sınıf olmak üzere 5 ilköğretim okulunda, 2005-2006 eğitim-öğretim yılında öğrenim gören toplam 267 öğrenci oluşturmaktadır. Ayrıca örneklemi oluşturan 5 okuldaki 10 sınıfın her birinden, görüşme öncesinde uygulanan kavramsal anlama testine verilen yanıtlar ve başarı düzeyleri (üst, orta, zayıf) dikkate alınarak rastgele seçilen 1'er, toplam 10 öğrenci ile yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır.

Tablo 3.3 İlköğretim Düzeyine Ait Örneklem-1' in Özellikleri

Örnek- lem 1	A Okulu 8 / B	A Okulu 8 / C	B Okulu 8 / A	B Okulu 8 / B	C Okulu 8 / A	C Okulu 8 / B	D Okulu 8 / A	D Okulu 8 / B	E Okulu 8 / E	E Okulu 8 / F
Frekans (%)	32 % 12	21 % 7.9	21 % 7.9	20 % 7.5	26 % 9.7	25 % 9.4	25 % 9.4	30 % 11.2	33 % 12.4	34 % 12.7
Cinsiyet	Kız= 168 (% 62,9), Erkek= 128 (% 42,5)									
TOPLAM	267 (% 100)									

### 3.2.2 Üniversite Düzeyi Örneklem Grupları

Üniversite düzeyindeki grubun örnekleme ilişkin bilgilerin verilmekte olduğu bu bölüme, Tablo 3.4'te detaylı bir bakış sağlanmaktadır.

Bunun yanında sağlıklı veri toplamanın önünün açılması gereği ve etik değerler dikkate alınarak çalışma süresince öğrenci isimlerinin gizli tutulması sağlanmış, her bir öğrenciye örneklem sayısı aralığında ayrı kod numarası atanmıştır.

**Örneklem-2:** 2005-2006 eğitim-öğretim yılında, Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi fen bilgisi öğretmenliği ana bilim dalı'nda öğrenim gören her sınıf seviyesinde (1., 2., 3. ve 4. sınıf ) birer birinci ve ikinci öğretim sınıfı olmak üzere 8 sınıftaki toplam 301 öğrenci oluşturmaktadır. Bunun yanında örneklem-2' yi oluşturan 8. sınıf öğrencilerinin, görüşme öncesinde uygulanan kavramsal anlama testine verdikleri yanıtlar ve başarı düzeyleri (üst, orta, zayıf) dikkate alınarak 4 sınıftan 8 diğer 4 sınıftan da 4 olmak üzere toplam 12 öğrencinin rastgele seçimi ile yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır.

Tablo 3.4 Üniversite Düzeyine Ait Örneklem-2' nin Özellikleri

Örneklem 2	1. Sınıf 1. Öğretim	1. Sınıf 2. Öğretim	2. Sınıf 1. Öğretim	2. Sınıf 2. Öğretim	3. Sınıf 1. Öğretim	3. Sınıf 2. Öğretim	4. Sınıf 1. Öğretim	4. Sınıf 2. Öğretim
Frekans (%)	46 (% 15.3)	38 (% 12.6)	37 (% 12.3)	34 (% 11.3)	40 (% 13.3)	39 (% 13)	35 (% 11.6)	32 (% 10.6)
Cinsiyet	Kız 173 (%57,4), Erkek 128 (%42,5)							
TOPLAM	301(% 100)							

### 3.3 Veri Toplama Araçları

Yapılan örnek olay tarama araştırmalarında, temelde güvenilirlik ve geçerliliğini arttıracakđı düşünölen birden fazla veri toplama aracının kullanımının, veri tabanının zenginleşmesi, daha geniş bir bakış açısının yakalanması ve alternatif yorumlara ulaşılabilmesi açısından önemine değinilmektedir [1]. Bu çalışmada da bu belirtilen hedeflere ulaşma düşüncesiyle kullanılan, nitelik yönünden 3' ü farklı 5 veri toplama aracı aşağıda tanıtılmaktadır. Ayrıca bu araçlar çalışmanın bu kısmından sonra isimlerinin yanı sıra, parantez içinde görölen kısaltmalarla da temsil edilebileceklerdir.

- İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin enerji kavramına ilişkin düşünce biçimlerini ortaya koymak için geliştirilen kavramsal anlama testi (KAT-1),
- Fen bilgisi öğretmenliği ana bilim dalında öğrenim gören üniversite 1., 2., 3., ve 4. sınıf öğrencilerinin enerji kavramına ilişkin düşünce biçimlerini ortaya koymak için geliştirilen kavramsal anlama testi (KAT-2),
- İlköğretim 8. sınıf ve fen bilgisi öğretmenliği ana bilim dalında öğrenim gören üniversite 1., 2., 3., ve 4. sınıf öğrencilerinin fen' e yönelik tutumlarının ölçülmesi amacıyla kullanılan, Fen Bilgisi dersine yönelik tutum ölçeği (FBYTÖ),
- İlköğretim öğrencileri ile, kavramsal anlama testine verilen yanıtların derinlemesine inceleme fırsatı yakalanması amacıyla yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmeler (YYG-1),
- Fen bilgisi öğretmenliği ana bilim dalında öğrenim gören 1., 2., 3., ve 4. sınıf öğrencileri ile, kavramsal anlama testine verdikleri yanıtların detaylandırılmasının yapılarak daha fazla veriye ulaşma amacıyla yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmeler (YYG-2).

İlköğretim 6., 7. ve 8. sınıf Fen ve Teknoloji dersi taslak programı [14], ilköğretim 6., 7. ve 8. sınıf ders kitapları [100-102] ve 2000 yılı Tebliğler dergisi [103] ışığında enerji kavramı incelenmiştir. Yapılan incelemenin yanı sıra alan

yazında bu konuyla ilgili üzerinde önemle durulan noktalar ve uzman görüşleri de dikkate alınarak veri toplama araçları hazırlanmıştır. Araştırmaya ait veri toplama araçlarının ana eksenini oluşturan kavramsal anlama testleri ve diğer veri toplama araçlarının gerçek uygulama aşamasına geçilinceye dek gelişim süreçleri aşağıda özetlenmektedir.

Hazırlanan kavramsal anlama testlerinden KAT-1 için ilköğretim 8. sınıfta öğrenim gören 23 öğrenci ile ön deneme, daha sonra gerekli düzeltmeler yapılarak, farklı iki okulda öğrenim gören 45 ve 32 kişilik mevcuda sahip iki sınıfta pilot çalışmaları yürütülmüştür. Yapılan ikinci düzeltmelerle sorulara son şekli verilerek, 5 farklı okuldaki 10 farklı sınıfta öğrenim gören 267 öğrenciye gerçek uygulama yapılmıştır. Yine araştırmacı tarafından hazırlanan diğer kavramsal anlama testi KAT-2 için ise program bakımından fen alanı anlamında Fen Bilgisi öğretmenliğine en yakın bölüm olan İlköğretim Matematik Öğretmenliği 3. sınıfta öğrenim gören 23 öğrenci ile ön deneme çalışması yapılmıştır. Eksik görülen yerlerin düzeltilmesine fırsat veren ön deneme çalışmasından sonra, sorulara son halini verme adına son adım olan pilot çalışmaları da yine ilköğretim matematik öğretmenliği bölümü 4. sınıfta öğrenim gören 1. öğretim (32 kişi) ve 2. öğretim (37 kişi) öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı ve uzmanların onayı alınarak sorularda son değişiklikler yapılarak fen bilgisi öğretmenliği bölümünde öğrenim gören 4' ü birinci, 4' ü ikinci öğretim sınıfı olmak üzere toplam 8 sınıftaki 301 öğrenci ile gerçek uygulama yapılmıştır. Araştırmada kullanılan veri toplama araçlarının hazırlanmasına ilişkin zaman çizelgesi Tablo 3.5' te gösterilmiştir.

Tablo 3.5 Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçlarının Hazırlanmasına İlişkin Zaman Çizelgesi

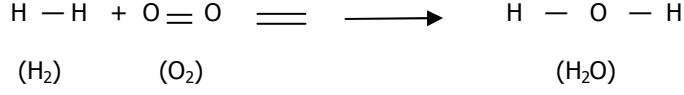
Grup Türü	Ekim 2005	Kasım 2005	Aralık 2005	Aralık 2005	Ocak 2006
	Ön Deneme Çalışmaları	Pilot Çalışmaları		Gerçek Uygulama	
İlköğretim Grubu	23 öğrenci (KAT-1)	İlk	İkinci	267 öğrenci (KAT-1, FBYTÖ)	
	4 öğrenci (YYG-1)	45 öğrenci (KAT-1, FBYTÖ)	32 öğrenci (KAT-1, FBYTÖ)		
		4 öğrenci (YYG-1)	5 öğrenci (YYG 1)	10 öğrenci (YYG 1)	
	Ön Deneme Çalışmaları	Pilot Çalışmaları		Gerçek Uygulama	
Üniversite Grubu	23 öğrenci (KAT-1)	İlk	İkinci	301 öğrenci (KAT-1, FBYTÖ)	
	3 öğrenci (YYG-2)	32 öğrenci (KAT-2, FBYTÖ)	37 öğrenci (KAT-2, FBYTÖ)		
		6 öğrenci (YYG-2)	5 öğrenci (YYG-2)	12 öğrenci (YYG-2)	

### 3.3.1 Kavramsal Anlama Testleri

Veri toplama araçlarının ana eksenini konumundaki kavramsal anlama testleri bu çalışmada, derinlemesine yapılan bir betimleme ile belli konularda (burada, enerji) öğrencilerdeki düşünce biçimlerinin fotoğrafını çekebilme arzusuyla hazırlanmıştır. Bu çalışmada ilköğretim ve üniversite düzeyleri için ayrı-ayrı tasarlanan iki kavramsal anlama testi hazırlanmıştır. Bu testlerde yer alan açık uçlu 3 ortak soru, ilköğretim seviyesi baz alınarak hazırlanmış olmakla birlikte, üniversite düzeyi içinde seçici özellikte olmalarına özen gösterilmiştir.

Araştırmanın başlangıcında üç fizik, üç kimya, üç biyoloji alanına ait 9 açık uçlu soru, bir tane öğrencilerin enerji kavramıyla akıllarına gelen ilk üç kavramın (EKAİGKT) yazılarak birer cümlede kullanılmasının istendiği soru ve yine bir tane de enerji kavramıyla ilgili verilen 8 resimden en iyi açıklayabilecekleri ilk üç tanesinin (EKAGGİT) seçilmesini kapsayan bir soru bulunmaktadır. Başlangıçta her grup için toplam 11 sorudan oluşan testler, yapılan ön deneme ve pilot çalışmaları sonucu her alandan 3' er olan açık uçlu soru sayısı, birer tanesinin çıkarılması ile 6'şar soruya indirgenmiştir. Toplamda 8' er soru ile testlere son halleri verilmiştir.

8) Kimyasal Bağ: Bir maddeyi oluşturan atomları bir arada tutan kuvvet olarak tanımlanır. Bu bağlar maddenin doğasına göre çeşitlilik gösterir (İyonik bağ, Kovalent bağ). Aynı zamanda kimyasal tepkimeler maddelerin etkileşimleri sonucunda oluşur. Her gün içtiğimiz su, yanıcı hidrojen gazıyla yakıcı oksijen gazından oluşmaktadır. Bu olay aşağıda kimyasal eşitlik halinde verilmiştir.



Yukarıdaki tepkime eşitliğine göre aşağıdaki kimyasal bağlar ile ilgili kopma/oluşma durumlarını, enerji ile ilişkilendirerek, nedenleriyle ayrıntılı olarak açıklayınız.

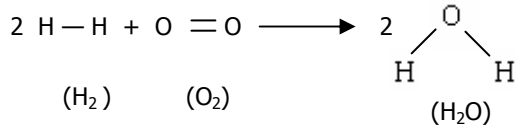
A) Su oluşumu sırasındaki, H<sub>2</sub> molekülündeki ( H – H ) bağı .....

B) Su oluşumu sırasındaki, O<sub>2</sub> molekülündeki ( O = O ) bağı.....

C) Suyun oluşumdaki, ( H<sub>2</sub>O ) molekülündeki ( H – O ve O – H ) bağları.....

Şekil 3.1 Kavramsal Anlama Testlerinin 8. Sorusunun Ön Deneme ve Pilot Çalışmadaki Hali

8) Kimyasal bağ, bir maddeyi oluşturan atomları bir arada tutan kuvvet olarak tanımlanır. Aynı zamanda kimyasal tepkimeler maddelerin etkileşimleri sonucunda oluşur. Her gün içtiğimiz su, yanıcı hidrojen gazıyla yakıcı oksijen gazından oluşmaktadır. Bu olay aşağıda kimyasal eşitlik halinde verilmiştir.



Yukarıdaki tepkime eşitliğine göre, aşağıdaki kimyasal bağlar ile ilgili verilen durumları uygun kutucuğu işaretleyerek tamamlayınız.

A) Su oluşumu sırasında, H<sub>2</sub> molekülündeki ( H – H ) bağı  Kopar.

Oluşur.

Bu esnada,  enerji gerekir.

enerji açığa çıkar.

B) Suyun oluşumunda, ( H<sub>2</sub>O ) molekülündeki ( H – O ve O – H ) bağlar  Kopar.

Oluşur.

Bu esnada,  enerji gerekir.

enerji açığa çıkar.

Şekil 3.2 Kavramsal Anlama Testlerinin 8. Sorusunun Gerçek Uygulamadaki Son Hali

Ön denemeler ve pilot çalışmaları sonucu yapılan düzeltmelere örnek olarak, her iki gruba da uygulanan 8. soruda meydana gelen değişim Şekil 3.1 (ön denemedeki hal) ve Şekil 3.2 de (uygulanan son hal) verilmiştir.

Araştırmacıda, öğrencilerin süre konusunda yaşadığı sıkıntı nedeniyle yeterli verimin alınamayacağı düşüncesinin hakim olması ve öğrenciler tarafından bazı sorularda yaşanan anlaşılma sorununun testin güvenilirliğini zedeleme düşüncesi, sorularda alan uzmanlarının nezaretinde yapılan indirgenmenin sebebini oluşturmaktadır. Son hali verilen sorular içerisinde yer alan 2 açık uçlu soru (KAT-1 ve KAT-2' de 5. ve 6. sorular) iki aşamadan oluşmaktadır (*bak*, EK A ve EK B). Bu tür sorularda, soru önermesinden sonra çoktan seçmeli sorularda olduğu gibi seçenekler verilerek, daha sonra buna ek olarak seçeneklere yapılan işaretlemenin ayrıntılı nedeninin de öğrenciler tarafından ifade edilmesi istenmiştir. Ayrıca verilen seçeneklere ek olarak öğrenciye kendi seçeneğini yaratabileceği bir önerme için bir kutucuk ve yeterli alan da verilmiştir. Bu tip soruların çoktan seçmeli sorulardan farkını oluşturan ve açıklama kısmını oluşturan ikinci aşamanın kesinlikle boş bırakılmayarak, doğru-yanlış-saçma kaygısı gütmeyen her katılımcının kendi düşüncelerini yansıtır samimi bir biçimde yanıtlaması test öncesinde ve sırasında örnekleme oluşturan öğrencilere önemle hatırlatılmıştır.

Driver ve Erickson (1983) kavramsal anlama testlerinde kullanılan açık uçlu soruları, öğrencilerin günlük yaşamda ve sınıf ortamında, konu ile ilgili sahip oldukları bilimsel bilgiler ile bu bilgileri nasıl kullandıklarını derinlemesine incelemek (sondalamak) amacıyla kavramsal ve olaysal temelli olarak iki ana boyutta ele almışlardır. Bu sorular öğrencilerin verilen belli bir durum içerisinde fen kavramlarını kullanma becerilerinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanır. Kavramsal çerçeve temelli sorularda amaç, belli bir düşüncenin öğrenciler tarafından ne derece iyi anlaşıldığının, olaysal çerçeve temelli sorularda ise öğrencilerin günlük yaşamlarında, kazanılmış bilgilerini ne ölçüde yerinde kullandıklarının belirlenmesidir [104].

Her iki gruba ait kavramsal anlama testlerinde de bulunan açık uçlu soruların 2' şer tanesi kavramsal temelli (5. ve 7. sorular), 3' er tanesi de olaysal temelli (3., 4

ve 6. sorular) olup, 1' er tanede çoktan seçmeli soru bulunmaktadır (bak. Ek A, EK B).

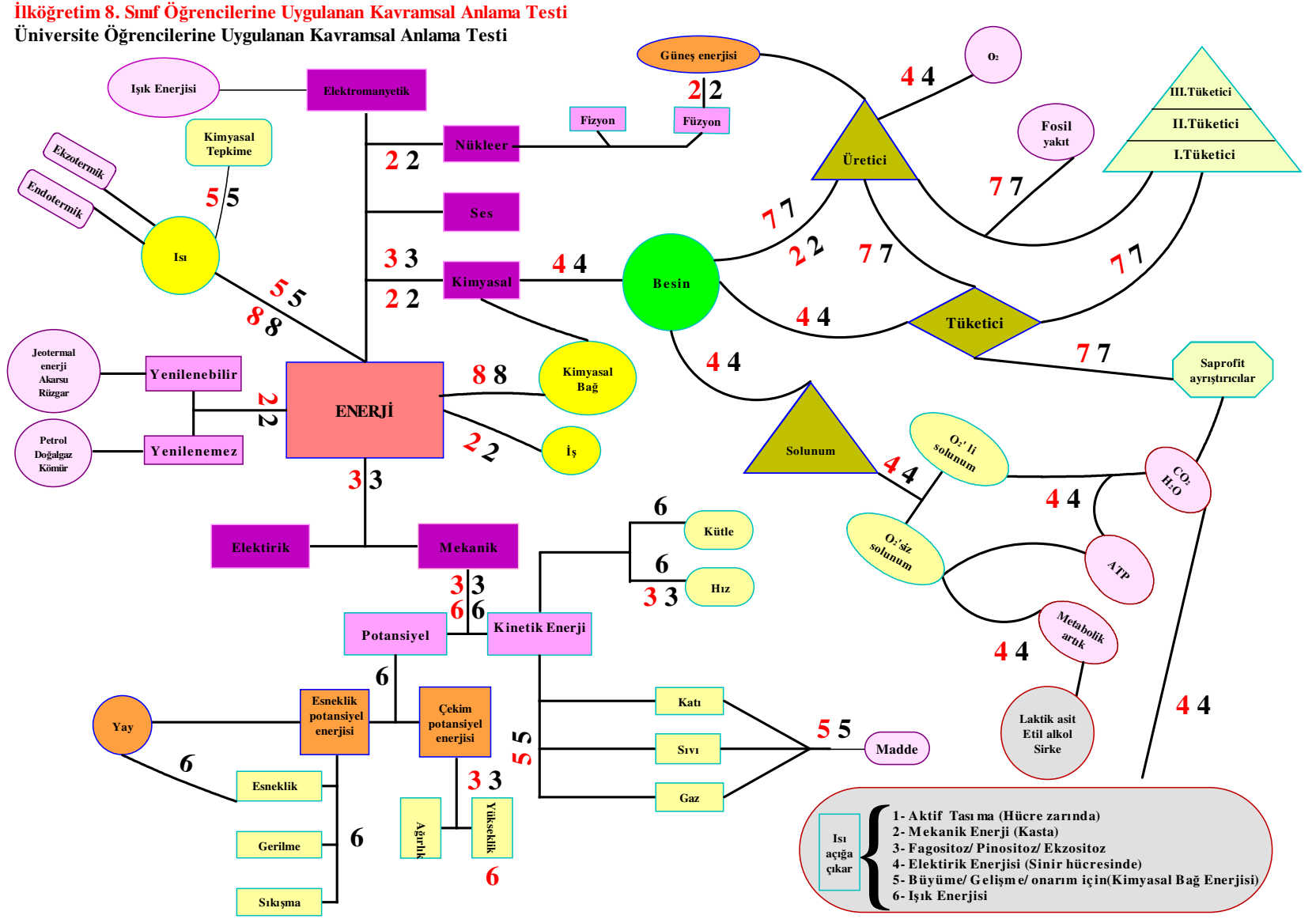
İlköğretim 8. sınıf öğrencilerine ve üniversite 1., 2., 3., ve 4. sınıf Fen Bilgisi öğretmenliği öğrencilerine uygulanan kavramsal anlama testini oluşturan 8 sorunun alan, çerçeve, kaynak ve tür açısından değerlendirilmesi Tablo 3.6' da detaylı olarak yapılmıştır. Sorulara ait olası özellikler ile bütünün görülmesinin hedeflendiği bu tablodan sonra, her bir sorunun hazırlanış süreci ilköğretim grubundan başlanmak üzere aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmaktadır. Ayrıca enerji ile ilgili konuların kavramsal anlama testlerine göre dağılımı da Şekil 3.3' te verilmektedir.

Tablo 3.6 İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerine ve Üniversite Öğrencilerine Uygulanan Kavramsal Anlama Testlerine Ait Bilgiler

Soru No	Uygulanan Grup Türü	Alan	Çerçeve	Tür	Kaynak
1	Ortak	Genel		Kısa Cevap	Trumper, Raviolo ve Shnersch (1997), Liu ve Tang (2004)
2	Ortak	Genel		Çoktan Seçmeli	Trumper, Raviolo ve Shnersch (1997)
3	Ortak	Fizik	Olaysal	Nitel	Duit (1984), Swackhamer ve Hestenes (2005)
4	Ortak	Biyoloji	Olaysal	Nitel	Araştırmacı
5	Ortak	Kimya	Kavramsal	Nitel	Araştırmacı
6	İlköğretim	Fizik	Olaysal	Nitel	Swackhamer ve Hestenes (2005)
6	Üniversite	Fizik	Olaysal	Nitel	Araştırmacı
7	İlköğretim	Biyoloji	Kavramsal	Nitel	Araştırmacı
7	Üniversite	Biyoloji	Kavramsal	Nitel	Araştırmacı
8	Ortak	Kimya		Çoktan Seçmeli	Araştırmacı



Şekil 3.3 Enerji Kavramı ile İlgili Kavramsal Anlama Testlerindeki Soruların Dağılımı



### 3.3.1.1 İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerine Yönelik Geliştirilen Kavramsal Anlama Testi.

**1. soru:** Alan yazında Trumper., Raviolo ve Shnersch [70] ile Liu ve Tang [95] tarafından da kullanılan bu soru, öğrencilerin enerji kavramıyla akıllarına gelen ilk üç kavramın (EKAİGKT) yazılmasını içermektedir. Bu soruyla, insanların bir kelime duyduğunda ya da okuduğunda genelde onu anımsatan diğer kelimelerle ilişkiler kurduğu olgusundan hareketle, enerji kavramı ile de öğrencilerin zihinlerinde oluşan ilk üç kavramın sırayla yazılarak hangi diğer kavramlarla bağlantılar oluşturduğunun ortaya konulması hedeflenmektedir. Ayrıca alan yazın incelemesinde sadece nicel bir grüplamaya gidilen soruya ait bir alt soru da bulunduğu görülmektedir. Burada öğrencilerin akla gelinen sıraya göre yazılan bu üç kavramı kullanarak birer cümle kurmaları istenmiştir. Ayrıca bu alt soru araştırmacı tarafından nicel olarak değerlendirilmelerinin yanında, disiplinler arası bir kavram olan enerjinin öğrenciler tarafından, akla gelinen sıraya göre yazılan kavramlarla kurulan cümleler ışığında temel disiplinlerde (Fizik, Kimya, Biyoloji) nereye oturtulduğunun açığa çıkarılması amaçlanmıştır. Daha sonra bu durum ilköğretim ve üniversite öğrencilerinden oluşan her iki grup türü göz önüne alınarak yorumlanmaya çalışılmıştır.

**2. soru:** Kavramsal anlama testinin 2. sorusuna denk düşen bu soruda öğrencilere enerji kavramıyla ilgili 8 resim verilmiş ve bu resimlerden her birinin enerji kavramıyla ilgili bir durum içerip-içermediğinin düşünülerek öncelik sırasına göre üç tanesinin seçilmesi (EKAGGİT) istenmiştir. Alan yazında bu sorunun bir alt sorusu olarak öğrencilerin seçtikleri resimleri, içerisinde enerji kelimesi geçen iki veya daha çok cümle ile açıklanması da bulunmaktadır. Alan yazında bu açıklamalar Watts [55] tarafından çizilen yedi çerçeve (insan merkezli çerçeve, depo çerçevesi, malzeme ya da bileşen çerçevesi, aktivite çerçevesi, ürün çerçevesi, işlevsel çerçeve, akış transferi çerçevesi) ve buna ek olarak Shadmi [105] tarafından tanımlanan değişim çerçevesi temelinde değerlendirilmiştir. Alan yazında bu soruya ait 8 resim araştırmacı tarafından ülke şartlarına uyarlanmıştır. Örneğin radyatör resmi soba resmi ile, yanan lamba resmi güneş ile, tren resmi halter sporcusu ile, futbol oyuncusu da koşan bir sporcu ile değiştirilmiştir. Yapılan bu değişiklikler de göz

önüne alınarak araştırmacı tarafından alan yazında yer alan sorunun ikinci kısmına (alt soru) yer verilmemiştir. Bu haliyle soru tamamen nicel bir nitelik kazanmış ve öğrencilerin enerji kavramı ile ilgili bu 8 resim çerçevesine ilişkin düşünce yapılarının ortaya konulması hedeflenmiştir.

**3. soru:** Fizik alanı ile ilgili bu soru, alan yazında Duit [60] ile Swackhamer ve Hestenes [106] tarafından da kullanılmıştır. Ayrıca ilköğretim 7. sınıf kitabında da bu tür bir şekil aynen yer almaktadır. Bu üç durum göz önüne alınarak testte yer verilmesi kararlaştırılan soruda, öğrencilerden şekilde verilen sisteme ait devre elemanlarının işlevlerini dikkate alarak, enerji dönüşümelerini açıklamaları istenmektedir. Bunu yaparken enerji kavramının kullanılması, enerji aktarımından bahsedilmesi ve buna ilaveten enerji çeşitlerine de değinilerek enerji dönüşümlerinin sıralanarak açıklama yapılması beklenmektedir.

**4. soru:** Biyoloji alanına ait araştırmacı tarafından geliştirilen ve her iki örneklem grubuna da sorulan bu soru, üç alt sorudan oluşmaktadır. İlk olarak vücudumuzun enerji ve besine gereksinimi kas sistemi açasından değerlendirilmek istenmekte ve kasların çalışmasıyla metabolik artıklardaki değerimleri ve bu değerim sonuçlarının analizlerinin yapılması amaçlanmaktadır. İkinci alt soruda ise birinci alt soruda belirtilen koşma eyleminden sonra meydana gelen değerimlerin yemek yeme eylemi ile enerji açasından nasıl bir hal alacağının araştırılması hedeflenmiştir. Yine üçüncü ve son alt soruda ise gerçekteştirilen koşma ve yemek yeme eyleminden sonra uyku eyleminin yapılmasının vücuttaki enerji dengesini nasıl etkilediği soruşturulmak istenmiştir

**5. soru:** Araştırmacı tarafından geliştirilen bu soruda öğrencilerin hal değerimi sırasında meydana gelen değerimleri hem makro hem de mikro boyutta ele almaları ve bunu enerji değerimleri açasından incelemeleri beklenmektedir. Ayrıca öğrencilerin açıklamalarında maddenin hal değerimi ve kinetik enerji gibi kavramlara da yer vermesi umulmaktadır.

**6. soru:** Alan yazında sıkça yer alan enerjinin korunumu ile ilgili yanlış kavramaların yoğunluğu da dikkate alınarak bu konu hakkında öğrencilerdeki anlama

düzeyinin belirlenmesinin amaçlandığı bu soru, alan yazında Swackhamer ve Hestenes [106] tarafından yapılan çalışmadan alınmıştır. Ayrıca bir cismin sahip olduğu kinetik enerji ve potansiyel enerjide meydana gelen değişimlere de vurgu yapmak amacıyla testte yer verilen bu soru olaysal bir çerçeveye sahip olup, iki alt sorudan oluşmaktadır. Potansiyel ve kinetik enerji değişimi ile sistemdeki toplam enerji değişiminin irdelendiği bu iki alt sorunun, biçimsel açıdan farklılıkları soruları birbirlerinden ayıran tek yön olarak gözükmektedir.

**7. soru:** İlköğretim testinde ve üniversite için hazırlanan testte 7. soruya karşılık gelen kavramsal çerçeveye sahip biyoloji alanı kontenjanındaki bu soru iki grup için ortak olmamakla birlikte öğrencilerde bu soru ile ölçülmek istenen durum aynıdır. İlköğretim düzeyindeki öğrencilerden verilen tek besin-enerji piramidindeki, üniversite düzeyindeki öğrencilerin ise verilen üç farklı besin-enerji piramidindeki canlılarda enerji aktarımını %10 yasası ile açıklayabilmeleri amaçlanmaktadır. Canlıların enerjileri açısından karşılaştırılmalarının beklendiği sorulardan ilköğretim düzeyinde piramitteki canlıların kendi içlerinde, üniversite düzeyinde ise her üç piramitte de yer alan insanın sahip olabileceği toplam enerji açısından karşılaştırmaların yapılması beklenmektedir.

**8. soru:** Her iki grubunda 8. sorularına karşılık gelen bu ortak kimya sorusu, ilk olarak açık uçlu olarak hazırlanmış fakat yapılan ön denemeler ve pilot çalışmalarının sonuçları, soruda öğrencilerin istenilen bağ-enerji ilişkisinin irdelenmesi çerçevesinin dışına sarkarak örneğin bağ çeşitleri gibi alanlarda yoğunlaştıkları görülmüştür. Bu nedenle açık uçlu olan soru çıkarılmak yerine alan yazında sıkça vurgu yapılan önemli bir noktayı içerdiği gerekçisiyle ve öğrencilerle yapılacak olan yarı-yapılandırılmış görüşmelerinde desteği dikkate alınarak araştırmacı tarafından çoktan seçmeli hale dönüştürülmüştür (*bak.* Şekil 3.2, Şekil 3.3). Yukarıda da bahsedildiği gibi soru adına bu önemli nokta, alan yazında yalnız kimyasal bağ konusunda değil, genel kimya eğitimi boyutunda bile sıkça gündeme gelen yaygın kavram yanlışlarından bağ oluşumu ve bağ kopmasıyla enerjinin ilişkisidir. Öğrencilerden bu belirtilen ilişkiyi doğru bir şekilde kurmaları beklenmektedir.

### 3.3.1.2 Üniversite Öğrencilerine Yönelik Geliştirilen Kavramsal Anlama Testi

Tablo 3.6' da görüldüğü gibi ilköğretim ve üniversite gruplarının kavramsal anlama testlerinde yer alan 6 soru ortak 2 soru farklıdır. Bu bölümde, KAT-1 ve KAT-2 de yer alan ortak sorular tanıtıldığından, üniversite grubuna ait farklı soruların açıklaması yapılacaktır.

**6. soru:** Enerjinin korunumunun üniversite düzeyinde irdelendiği bu sorunun daha ilkel hali, alan yazında Swackhameri ve Hestenes [106] tarafından kullanılmış olup, soru üzerinde değişiklikler yapılarak araştırmacı tarafından son haline uyarlanmıştır. Sorunun değişimden önceki ve sonraki son hali Ek E' de sunulmuştur. Bu soruyla öğrenciler tarafından sıklıkla yükseklikle ilişkilendirilen potansiyel enerjinin, yaydaki durumu (yay potansiyel enerjisi) ile bunun kütle ve hız değişkenleri ile bağlantısının doğru kurularak enerji aktarımının ve korunumunun anlaşılma düzeyi belirlenmek istenmiştir.

**7. soru:** Araştırmacı tarafından geliştirilmiş kavramsal çerçeveye sahip olan bu soru, bir önceki bölümde aynı bilgi düzeyini yoklamayı hedefleyen ilköğretim grubu için geliştirilen 7. soru ile ayrı-ayrı değerlendirilmiş, fakat çalışmaya ait sonuçların sunumunda ortak ekseninde değerlendirilmişlerdir. Bu değerlendirme süreçlerinde de belirtildiği gibi bu soruda öğrencilerin kendilerine verilen üç farklı besin-enerji piramidindeki canlılardan her üç piramitte de bulunan insanın sahip olabileceği enerji açısından büyüklüklerine göre karşılaştırma yapmaları beklenmektedir. Bu karşılaştırmayı yaparken %10 yarasını kullanmaları umulmaktadır.

### 3.3.1.3 Kavramsal Anlama Testlerinin Uygulanması

İlköğretim için hazırlanan enerji kavramı ile ilgili kavramsal anlama testi Balıkesir ili Valilik makamına ve Balıkesir İl Milli Eğitim Müdürlüğüne sunulmuş ve testin ilköğretim okullarında uygulanabilmesi için gerekli izinler alınmıştır.

Balıkesir İl Milli Eğitim Müdürlüğüne bağlı her okuldan 2' şer sınıf olmak üzere rastgele seçilen 5 farklı ilköğretim okulunun 8. sınıflarında öğrenim gören 10 sınıfta toplam 277 öğrenciye, 2004-2005 eğitim ve öğretim yılının Haziran ayında bu veri toplama aracı uygulanmıştır. Uygulamanın araştırmanın amacı çerçevesinde Haziran ayında yapılmasının nedeni, öğretim programının tamamlandığı ve ilköğretimden mezun konuma en yakın zaman olmasıdır.

Üniversite grubu için hazırlanan enerji kavramsal anlama testi ise, Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programında öğrenim gören 4' ü birinci öğretim, 4' ü de ikinci öğretim sınıfı olmak üzere 8 sınıftaki toplam 310 öğrenciye, 2005-2006 eğitim ve öğretim yılının ekim ayında uygulanmıştır. Burada öğrencilerin uygulama yapılan ölçme araçları ile ilgili birbirleriyle etkileşimlerinin en aza indirilmesi amacıyla bütün uygulama ilgili ders öğretim üyelerinin izniyle ara vermeden bir günde tamamlanmıştır. Uygulama liseden yeni mezun olup üniversite sınavını kazanarak üniversite öğrenimine başlayan 1. sınıfların bir açıdan lise mezuniyet düzeylerinin ölçülmesi amacıyla eğitim-öğretim yılının başında ekim ayında yapılmıştır. Öğretim yılının başında yapılan bu uygulamanın bir üst sınıfa geçilen diğer sınıf düzeyleri açısından da bir alt sınıf düzeyinin değerlendirilmesi niteliği taşıyacağı düşünülmektedir.

İlköğretim grubunda 10, üniversite grubunda ise 9 öğrenciden bir kısmı uygulanan testlerdeki soruların tamamını boş bırakması veya kopya teşebbüsü nedeni ile bir kısmı ise disiplinsiz davranışlarının örneklemi etkileme endişesi göz önünde bulundurularak uygulama sırasında sınıftan uzaklaştırılmış, cevapladıkları testler değerlendirme dışı bırakılmıştır. Yapılan uygulamalar sonrası, değerlendirilmeye alınmak üzere ilköğretim grubu 267 öğrenciye, üniversite grubu ise 301 öğrenciye düşürülmüştür.

Uygulamalar geçilmeden önce her iki gruptaki öğrencilere de testlerin kapsamı, içeriği ve amacı hakkında kısa bilgiler verilmiş, bu yolla hem kendi aralarında konuşma ve tartışma yapmaları engellenmeye hem de merakları giderilmeye çalışılmıştır. Uygulama süresi, ön deneme ve pilot çalışmaları ile sınanarak, öğrencilere gerçek uygulamada kavramsal anlama testleri için 40 dakika

süre verilmiştir.

### **3.3.2 Görüşme Soruları**

Araştırmada, kavramsal anlama testlerinden elde edilen verileri desteklemek ve derinlemesine tartışma imkanı sağlanarak öğrencilerin düşünce biçimlerinin saklı yönleriyle tamamen açığa vurulması amacıyla görüşme türlerinden “yarı yapılandırılmış görüşme” yaklaşımı kullanılmıştır. Patton (1987), görüşme yönteminin, değişik seviyedeki insanlardan aynı tür bilgilerin alınması amacıyla hazırlandığını belirtmektedir [1]. Ayrıca yarı-yapılandırıcı görüşme yaklaşımında da görüşmeci önceden planlanan konu alanına bağlı kalarak, hem önceden hazırladığı soruları sorma, hem de dönütlerden yola çıkarak ayrıntılı bilgi amacıyla ek sorular sorma özgürlüğüne sahiptir.

Kavramsal anlama testinde yer alan sorulara verilen yanıtlar temel alınarak yapılan görüşmelerde; detaya ihtiyaç duyulan noktaların aydınlatılması, konuya ilişkin bulunan animasyonlar, görüşme kartları ve kurulan düzenekler ile testte sorulan her soruya ilişkin net tasvirlerin öğrenciler tarafından açığa vurulması amaçlanmıştır.

#### **3.3.2.1 Görüşme Süreci ve Uygulama**

Kavramsal anlama testlerinde olduğu gibi görüşmelerde de gerçek uygulamaya geçilmeden önce ön deneme ve pilot çalışmaları yapılmıştır. Bu yapılan çalışmalarla görüşmenin yaklaşık olarak kaç dakika süreceği ve öğrencilerin görüşme sorularına olan tepkimesi ölçülmüştür. Ayrıca öğrencilerin kurulan deney düzeneklerini tanıması ve anlamasında bir sorun yaşayıp yaşamadıklarının açıklığa kavuşturulması hedeflenmiştir. Öğrencilerin verdiği cevaplar doğrultusunda son düzeltmeler yapılarak gerçek uygulamaya geçilmiştir. .

Bu uygulamalar sonrasında ilköğretim grubundan 10, üniversite grubundan ise 12 gönüllü öğrenci başarılarına göre üst, orta ve zayıf olma durumları da göz önüne alınarak, kavramsal anlama testine verdikleri yanıtlar ve ilgili öğretmenlerin görüşleri alınarak seçilmiştir. Tablo 3.7’ de ilköğretim grubu ile gerçekleştirilen görüşmelere ait, Tablo 3.8’ de de üniversite grubu ile yapılan görüşmelere ait sayısal bilgiler verilmiştir.

Tablo 3.7 İlköğretim Grubu ile Yapılan Görüşmelere Ait Sayısal Bilgiler

Örnek- lem 1	A Okulu 8 / B	A Okulu 8 / C	B Okulu 8 / A	B Okulu 8 / B	C Okulu 8 / A	C Okulu 8 / B	D Okulu 8 / A	D Okulu 8 / B	E Okulu 8 / E	E Okulu 8 / F
Frekans (%)	1 % 3.1	1 % 4.8	1 % 4.8	1 % 5	1 % 3.8	1 % 0.3	1 % 4	1 % 3.3	1 % 3	1 % 2.9
Cinsiyet	Kız= 7 (%2.6), Erkek= 3 (%1.8)									
TOPLAM	10 (% 3.7)									

Tablo 3.8 Üniversite Grubu ile Yapılan Görüşmelere Ait Sayısal Bilgiler

Örneklem 2	1. Sınıf 1. Öğretim	1. Sınıf 2. Öğretim	2. Sınıf 1. Öğretim	2. Sınıf 2. Öğretim	3. Sınıf 1. Öğretim	3. Sınıf 2. Öğretim	4. Sınıf 1. Öğretim	4. Sınıf 2. Öğretim
Frekans (%)	2 (% 4.3)	2 (% 5.2)	1 (% 2.7)	1 (% 2.9)	1 (% 2.5)	1 (% 2.6)	2 (% 5.7)	2 (% 6.3)
Cinsiyet	Kız= 7 (% 2.3), Erkek 5 (%1.7)							
TOPLAM	12 (% 3.99)							

Görüşmelere başlamadan önce sıcak bir sohbet ortamı yaratma ve öğrenciyi rahatlatma adına günlük gelişmelerden bahsedilmiştir. Daha sonra görüşmenin ne amaçla yapıldığı ve görüşme sürecinin içeriği hakkında öğrencilere açıklayıcı bilgiler verilmiştir.

Yapılan görüşmeler 20-30 dakika arasında sürelerde tamamlanmış olup, bu esnada olabilecek en küçük bir veri kaybını engellemek amacıyla görüşme yapılan öğrencilerin de onayı alınarak, görüşme ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmıştır.



İlköğretim ve üniversite grubu ile yapılan görüşmelere ilişkin soruların tamamı görüşme formları halinde sırası ile Ek C ve Ek D' de, bu süreçte kullanılan animasyonlardan kesitler ve düzenek resimleri de bulgular ve yorumlar bölümünde verilmektedir. Bundan sonraki iki bölümde ilköğretim grubundan başlanmak üzere görüşme süreci ayrıntılı olarak ele alınmaktadır.

### 3.3.2.2 İlköğretim 8. Sınıf Öğrencileri İçin Hazırlanan Görüşme Soruları

İlköğretim öğrencileri ile yapılan görüşmelerde ilk olarak kavramsal anlama testinin 3. sorusuna yönelik öğrencilerin enerji dönüşümlerini doğru bir sırayla verebilmesi ve bu dönüşlerin sebepleri ile aktarımının nasıl gerçekleştiğini açıklamaları beklenmektedir. Bu amaçla kavramsal anlama testinde yer alan düzenek aynen kurulmuş (*bak.* Şekil 4.26) ve görüşmeye bu düzenek eşliğinde devam edilmiştir.

Kurulan düzenekle birlikte öğrenciye yöneltilen soruların ana hatları aşağıda verilmektedir. Ayrıca görüşme süreçleri her öğrencinin verdiği yanıtı göre farklı boyutta şekillenmeye devam etmektedir. Bu durumla ilgili ayrıntılar bulgular bölümünde verilmektedir.

- Önce genel olarak bildiğin enerji çeşitlerini söyleyebilir misin?
- Peki bu sistemde olan enerji çeşitleri neler?
- (*Sistem Çalıştırılıyor*) Peki burada yükü yukarı yönde hareket ettiren nedir?
- Sence bir dönüşüm söz konusu mu?

Görüşmenin bundan sonraki aşamasında kavramsal anlama testinin 4. sorusuna ilişkin herhangi bir yardımcı materyal kullanılmamış, öğrenciye sorudaki kahraman Ali' nin yerine kendisini koyması istenerek, sorulan durumu içselleştirmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Bu anlamda üç alt soruda birbirinin devamı olacak şekilde ardı ardına öğrencilere yöneltilmiştir. Diğer sorular ile ilgili yapılan görüşmelerde olduğu gibi, bu soruda da görüşme akan süreç ile birlikte (araştırmacı

tarafından ihtiyaca göre farklı sorular eklenmiş) daha anlamlı hale gelmiştir. Görüşmede sorulan soruların ana başlıkları aşağıda verilmektedir.

- Bütün gün koştun ve yoruldun, sence yorulmanın sebebi ne olabilir.
- Bu durumu enerji ile nasıl ilişkilendirirsin?
- Peki daha sonra yemek yediğini düşünürsen, bu durumu enerji ile nasıl açıklarsın?
- Bu aktivitelerden sonra, son olarak uyuduğunu varsayalım, peki bu durumun enerji ile ilgili bir ilişkisi var mı? nasıl açıklarsın?

Kavramsal anlama testinde yer alan 5. soruya ilişkin görüşme sürecinde konuyla ilgili bir animasyon diz üstü bilgisayar yardımıyla öğrencilere gösterilmiştir. Animasyondan bir kesit Şekil 4.31' de sunulmaktadır. Kullanıcının isteğini göre katı, sıvı ve gaz halindeki taneciklerin durumlarını ayrı-ayrı ya da birlikte görme imkanı sağlayan bu animasyon görüşme sürecinde öğrencilerden hayli ilgi görmüş ve konuya yaklaşımları olumlu yönde değişerek istenilen ek bilgiler sağlanmıştır. Belli bir düşünce altyapısı doğrultusunda görüşmenin görüşmeci tarafından yapılandırılması esasına dayanan yarı-yapılandırılmış görüşme yönteminde, görüşmeye has o an yapılandırılan sorular önem derecesine göre bulgular bölümde diyaloglardan alıntı yapılarak verilmektedir. Bu soruyu destekle amacıyla görüşmelerde kullanılan üç temel soru başlığı aşağıda verilmektedir.

- Taneciklerinin enerjileri açısından, maddenin katı sıvı ve gaz halini karşılaştırabilir misin?
- (*Animasyon gösterilir*) Şimdi burada taneciklerin durumu hakkında yorum yapabilir misin?

Enerjinin korunumu, potansiyel enerji ve kinetik enerji ile ilgili öğrencilerin kavramsal anlamlarını ortaya çıkarmayı hedefleyen olaysal temelli 6. soruya ilişkin yapılan görüşmeler Şekil 4.37 ve Şekil 4.39' de kurulan iki düzenek yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Çelik topun kurulan iki düzeneğin farklı noktalarına konulması ve hareket ettirilmesi ile yön verilen iki alt sorununda ana çerçevesi aynı olup, bu sorular aşağıdaki verilmiştir.

- (Önce kurulan 1. düzenek sonra 2. düzenek gösterilir) Çelik topun a ve b noktalarındaki enerjisi hakkında ne düşünüyorsun?
- Çelik top düzeneğin herhangi bir noktasında iken mesela düzeneğin tam tepesindeyken kinetik enerjisi ve potansiyel enerjisi hakkında ne söylersin?

Kavramsal anlama testinin 7. sorusuna, verilen yanıtlar dışında derinlemesine bilginin sağlanması amaçlandığı görüşmelerde, bir adet görüşme kartı ve bir adet besin zinciri materyali kullanılmıştır. Görüşmeleri desteklemek amacıyla kullanılan bu materyal ve görüşme kartları Şekil 4.41 ve Şekil 4.42' de verilmiştir. Yapılan görüşmelerde öğrencilere yöneltilen sorular aşağıda verilmiştir.

- Ekosistemde enerji akışı nasıldır?
- (Materyal ve KAT-1' deki 7. soru gösterilir) Bu besin piramidinde bulunan canlıları toplam enerji miktarlarına göre sıralayabilir misin?
- Neden böyle bir sıralama yaptın? Açıklar mısın?
- (Görüşme kartı gösterilir) Bu karta baktığında, bir canlıdan diğer bir canlıya doğru çizilen oku görüyorsun bu sence ne anlam taşıyor? Enerji ile bir ilişki kurabilir misin?

Görüşme sürecinde bir diğer animasyon kullanımı kavramsal anlama testlerinde yer alan iki çoktan seçmeli sorulardan biri olma niteliğindeki 8. soru için yapılmıştır. Gösterilen animasyonda bağ kopması için belli bir enerjinin gerekliliği, açık bir biçimde gözlenmekte olup buradan hareketle bağ oluşumu ile ilgili de öğrencilerden çıkarımlarda bulunmaları beklenmektedir. Çoktan seçmeli soru olması nedeniyle görüşmelerden elde edilecek verilerin daha da önem kazandığı 8. soru ile ilgili görüşme esnasında kullanılan temel soru şablonu aşağıda verilmektedir.

- Kimyasal bağ ne demektir?
- Su molekülleri arasında kimyasal bir bağ var mıdır?
- (Animasyon gösterilir) Su molekülünün oluşumunu kavramsal anlama testinde verilen tepkimede görüyorsun, bu esnada Hidrojen ve Oksijen

molekülleri arasındaki bağlara ne oluyor? Burada enerji ile ilgili bir durum söz konusu mu?

- Su molekülünde bulunan bağlar nasıl oluştu, peki burada enerji ile ilgili bir durum söz konusu mu?

### 3.3.2.3 Üniversite Öğrencileri İçin Hazırlanan Görüşme Soruları

Kavramsal anlama testinde yer alan sorulara dayalı olarak temel hatları çizilen görüşme sürecinde, kavramsal anlama testinde yer alan ve her iki gruba da sorulan ortak sorular için görüşmede de yine ortak bir çerçeve göz önüne alınmış, bu yolla gruplar arası karşılaştırma imkanının sağlanması amaçlanmıştır. Dolayısıyla ortak soru niteliğindeki 3, 4, 5, ve 8. sorulara ilişkin bir önceki bölümde verilen açıklamalara bu bölümde tekrar değinilmeyecek, KAT-1 ile KAT-2 arasındaki farkı oluşturan 6. ve 7. sorular ile ilgili gerçekleştirilen görüşmelere yer verilecektir.

Üniversite düzeyinin kavramsal anlama testinde 6. soru olarak yer alan bu soru hakkında öğrencilerden daha detaylı bilgiler almak için yapılan görüşmelerde, testte verilen şekli temsil eden iki düzenek kurulmuştur. Şekil 4.44 ve Şekil 4.45’te kurulan bu düzeneklerin çekilen fotoğraflarına yer verilmiştir. Düzenekler üzerinde öğrencilerle yapılan görüşmelere ait temel sorular aşağıda verilmiştir.

- *(KAT-2’de 6. soru gösterilir)* Yay sabiti eşit iki yay düşün, bu yayların önüne  $m$  ve  $4m$  kütleli iki cisim koyup eşit miktarda sıkıştırdığımızda, bu iki cisim hız ve enerjileri bakımından karşılaştırabilir misin?
- Bu karşılaştırmayı yapma nedenini açıklar mısın?
- Cisimler sıkıştırılıp bırakıldıktan sonra onları harekete geçiren nedir? Peki bu hareket her kütle için aynı noktada mı sonuçlanır?
- *(İlk olarak  $m$  kütleli cisim için)* Şimdi testte yer alan sistemin aynısı burada mevcut,  $m$  kütleli cisim bıraktığımda bitiş çizgisine geldiği andaki zamanı ölçelim.
- *(Daha sonra  $4m$  kütleli cisim için düzenek kuruldu)*  $4m$  kütleli cisim bıraktığımda bitiş çizgisine geldiği andaki zamanı da ölçelim.

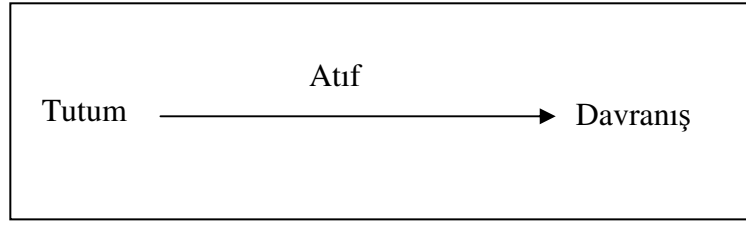
- Ölçülen bu iki zamanı göz önüne alırsak şimdi cisimlerin hızları ve enerjileri açısından görüşlerin değişti mi?

İlköğretim grubunda yer alan 7. soru ile aynı kazanımı ölçmek amacıyla hazırlanan bu soruya ilişkin yapılan görüşmelerde, ilköğretim grubu ile 7. soruya ilişkin yapılan görüşmeler esnasında kullanılan bir adet görüşme kartı ve bir adet besin zinciri kullanılmıştır. Aşağıda bu soru için görüşmelerde kullanılan sorulara bakıldığında yine ilköğretim grubunda 7. soru için kullanılan sorularla benzerlik taşıdığı görünmekte, fakat bu iki soru görüşmecinin yarı-yapılandırılmış görüşme yöntemine uygun olarak yapılandığı ek sorular açısından da birbirlerinden ayrılmaktadır.

- Ekosistemde enerji akışı nasıldır?
- (*Materyal ve KAT-2 deki 7. soru gösterilir*) Farklı kıtalarda bulunan bu besin-enerji piramitlerinde ortak olarak bulunan canlılardan insanın toplam enerji miktarlarını karşılaştırabilir misin?
- Neden böyle bir sıralama yaptın? Açıklar mısın?
- (*Görüşme kartı gösterilir*) Bu karta baktığında, bir canlıdan diğer bir canlıya doğru çizilen oku görüyorsun bu sence ne anlam taşıyor? Enerji ile bir ilişki kurabilir misin?

### 3.3.3 Tutum Ölçeği

Smith (1968)' e göre tutum, bir bireye atfedilen ve onun bir psikolojik obje ile ilgili düşünce, duygu ve davranışlarını düzenli bir biçimde oluşturan eğilimdir [107]. Tanımdan ve Şekil 3.4' ten de anlaşılacağı gibi tutum bir bireye atfedilen eğilim olmakla birlikte diğer bir çok psikolojik değişkende olduğu gibi doğrudan gözlenebilen bir davranış değil, ancak varlığı anlaşılabilen davranışa hazırlayıcı bir eğilimdir.



Şekil 3.4 Tutum-Davranış İlişkisi

Tutum ve davranış, çalışılan alan ve deneğe göre değişmesine rağmen, genelde deneğin ele alınan bir nesneye, bir duruma veya olaya karşı olan olumlu veya olumsuz tavrı olarak kabul edilir [108] Öte yandan tutumu üç temel bileşeni yardımıyla da aşağıdaki biçimde tanımlayabiliriz.

*“Tutum, bilişsel (cognitive), duyuşsal (affective) ve davranışsal (behaviour) boyutlarıyla, davranışın önemli ve kritik bir yordayıcısı olarak görülen psikolojik bir yapıdır”* [109].

Bu yapı öğrencilerin öğrenme sürecinde aldıkları kararların ve davranışlarının tek nedeni olmamakla birlikte bu süreci olumlu ya da olumsuz yönde etkileyen önemli bir öğrenci özelliğidir.

Araştırmada, kavramsal anlama testleri ve yarı-yapılandırılmış görüşmelerin yanında, örnekleme oluşturan öğrencilerin fen bilgisine yönelik tutumlarını, bu tutumların cinsiyete olan etkisini ve uygulama yapılan ilköğretim ve üniversite grupları açısından bu tutumların farklılık gösterip göstermediğinin belirlenmesi amacıyla bir diğer veri toplam aracı olan Fen Bilgisine yönelik tutum ölçeği uygulanmıştır.

Araştırmada kullanılan fen bilgisi tutum ölçeği, Kocakulah, ve Kocakulah [110] tarafından Fizik dersine yönelik olarak geliştirilmiş olup ilk aşamada 84 madde halinde 179 öğrenciye uygulanmış, daha sonra faktör analizi yapılarak 30 maddelik son hali geliştirilmiştir. Güvenirlilik katsayısı 0.97 olarak belirlenen 5’ li likert tipi (Tamamen katılıyorum, Katılıyorum, Kararsızım, Katılmıyorum, Hiç katılmıyorum)

ölçek araştırmacı tarafından Fen Bilgisi' ne uyarlanmış olup son hali ile Ek E' de yer almaktadır.

30 maddelik tutum ölçeğinin, 16 maddesi olumlu 14 maddesi de olumsuz ifade taşımakta olup, bu maddeler ölçekte olumlu ve olumsuz olarak yer-yer sıralı ya da karışık düzende yer tutmuşlardır.

### **3.3.3.1 Fen Bilgisi Tutum Ölçeğinin Uygulanması**

Kavramsal anlama testlerinde bulunan sorulara karşı sahip olunabilecek herhangi olumlu ya da olumsuz fikri engelleme düşüncesiyle kavramsal anlama testlerinin öncesinde uygulanan tutum ölçekleri, öğrenciler tarafından yanıtlandıktan sonra değişikliğe uğrama ihtimali düşünülerek toplanmış ve daha sonra kavramsal anlama testleri dağıtılmıştır. Öğrencilere tutum cümlelerini dikkatli okumaları ve kendilerine uygun olarak işaretleyecekleri yanıt tiplerinin, birbirlerine yakın manalar içerdiğinden (örneğin; tamamen katılıyorum ile katılıyorum ya da katılmıyorum ile hiç katılmıyorum yanıt tipleri arasındaki fark) aralarındaki ayrımı iyi yapmaları gerektiği hatırlatılmıştır. Uygulama süresi ön deneme ve pilot çalışmaları ile sınanarak gerçek uygulamada tutum ölçeği için öğrencilere 10 dakika süre verilmiştir.

### **3.3.4 Veri Toplama Araçları İle İlgili Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları**

Nitel yönü ağırlık kazanan bu çalışmanın geçerlik ve güvenirlik çalışmaları da bu doğrultuda yapılmıştır.

#### **3.3.4 1 Geçerlik**

Kerlinger, geçerlilik hakkındaki en genel tanımı bir soruyla özetlenmektedir. *“Biz ölçmek istediğimiz şeyi mi ölçüyoruz?”*, Babbie ise geçerliliği, *“deneysel*

*ölçümlerin ele alınan kavramı yeterli şekilde yansıtma derecesi”* olarak tanımlar [111].

Bu tanımlar aşağıdaki bazı soruları ortaya çıkartmaktadır.

1. Aracın ölçmesi gereken şeyi ölçtüğüne kim karar verir?
2. Aracın ölçmesi gerekeni ölçtüğü nasıl saptanır? [111]

İlk soruya verilecek cevap kesinlikle bu alanda uzman olan ve çalışmayı tasarlayan kişi tarafından verilir. Bu anlamda bu çalışmada, hazırlanan kavramsal anlama testleri uzman fen eğitimcileri tarafından incelenerek araştırmanın amacına uygun olduğunun tespiti yapılmıştır. Alan yazından alınan soruların kültürel uyumunun sağlanmasına yardımcı olunması, araştırmacı tarafından hazırlanan sorularında bilimsel açıdan doğruluğunun sağlanması belirtilen bu üç alan uzmanı tarafından yapılmıştır. Bunun yanında araştırmanın güvenilirliği kapsamında ikincil araştırmacıların kullanılarak ham verilere araştırmacı dışında alan uzmanları tarafından da ulaşıp müdahale yetkisinin bulunması araştırmanın iç geçerliliğini eleştiri ve şeffaflık boyutunda sağlamaktadır.

Veri toplama aracının geçerliliğini sorgulayan ikinci soruda son derece önemlidir. Bu manada veri toplama aracının ölçmesi gerekeni ölçtüğü mantıksal ve istatistiksel kanıtlarla ortaya konabilir. Bu araştırmada her sorunun araştırmanın amaçlarına bağlı olarak hazırlanması ve uzmanlar tarafından denetimi mantık yönünden bir kanıttır.

Araştırmanın önemli bir niteliğini oluşturan “yaş’ a bağlı (cross-age)” olma özelliğinin, gruplar arası karşılaştırma imkanı sağladığı daha önceden belirtilmişti. Bunun yanında, öğrenci gruplarına yöneltilen ve karşılaştırmaya imkan veren kavramsal anlama testlerindeki ortak soruların, gruplardan alt düzey (burada ilköğretim 8. sınıf) öğretim programını temel alması gerekliliği vardır. Bu doğrultuda hazırlanan kavramsal anlama testlerinde bulunan soruların, araştırma devam erken Milli Eğitim Bakanlığına bağlı okullarda okutulan fen bilgisi dersi 6., 7., 8. sınıf kitaplarında geçen enerji kavramları ile olan ilgisi Tablo 3.9’ da, yine bu soruların enerji kavramları ile olan ilişkisi Şekil 3.3’ te gösterilmektedir. Bu durum



nitel bir çalışma olan bu araştırmanın istatistiksel kanıtlarını ortaya koymaktadır. Bu yönüyle araştırmanın, sınırlılıklarında belirtildiği gibi farklı düzeylerde öğrenim gören öğrencilerin enerji kavramıyla ilgili kavramsal anlamalarını araştırdığı yani kapsam geçerliliğine sahip olduğu da ortaya çıkmaktadır. Alan yazında da kapsam geçerliliğinin, nicel olarak tayin edilme gayretlerine yer verilmekle birlikte bu geçerlilik tayininin daha çok subjektif uzman kanılarına dayandığı belirtilmektedir [112]. Bu çalışmada da KAT-1 ve KAT-2’ de bulunan soruların Tablo 3.9’ da ilköğretim programı ile, Şekil 3.3’ te de enerji ile ilgili kavramlarla ilişkisini yansıttığı, alan uzmanlarınca da desteklenmiştir.

Tablo 3.9 Fen Bilgisi Dersi 6., 7., 8. Sınıf Kitaplarında Geçen Enerji Kavramlarının KAT’ ta ki Soru/Sorular ile Olan İlgisi

6. Sınıf Kitabı		7. Sınıf Kitabı		8. Sınıf Kitabı	
Sayfa No	Soru No	Sayfa No	Soru No	Sayfa No	Soru No
18	4*, 8*	18	5*	29	6*
66	4*	75	3*,4*	46	4*
68	4*	78	3*, 6***	47	4*, 8*
70	4*	79	4*,5*	48	4*
120	3*	80	3*,6**	49	4*
122	3*	81	3*,8**	52	4*
128	3*	82	3*	60	6*
131	3*	83	3*	61	4*
133	3*	115	5*	62	8*
138	3*	135	7**, 7***	63	4*
142	3*	137	7**, 7***	67	6*
		139	7**, 7***	69	4*
		140	7**, 7***	70	4*
		141	7**, 7***	71	4*
				126	4*
				150	3*
				156	3*
				157	3*

\*Hem ilköğretim hem de üniversite grubuna sorulan soru

\*\* Yalnız ilköğretim grubuna sorulan soru

\*\*\* Yalnız üniversite grubuna sorulan soru

### 3.3.4.2 Güvenirlik

Yapılan bir çalışmada elde edilen sonuçların inandırıcılığı bakımından önemli olan güvenirliliğin, nicel ve nitel çalışmalardaki anlamı aynı değildir. Bu farkın, genel anlamda bakıldığında gerçeklerin bireylere ve içinde bulunan ortama göre değişkenlik arz ettiği nitel çalışmalarda tekrar edilebilirliğin (dış güvenirlilik)

sağlanmasının nicel çalışmaların aksine mümkün olmamasıyla ortaya çıktığı görülmektedir [1]. Bu çalışma da nitel yönüyle ön planda olduğundan, tekrar edilebilirliği açısından nicel çalışmalar için daha geçerli aşağıdaki tanımı tam anlamıyla karşılamaz.

*“Aynı aracı kullanarak aynı tür bilgileri birden fazla seferde topladığınızda ve aynı veya benzer şartlar altında aynı veya yakın sonuçlar elde ettiğinizde, araç güvenilir olarak nitelendirilir”* [112].

Nitel araştırmaların, temel özellikleri bakımından dış güvenilirlik olgusuyla çeliştiği ve bu çelişkiye yönelik araştırmacının kullandığı yöntemin belirgin hale getirilerek diğer araştırmacılarında benzer yöntemleri kullanmalarına olanak sağlanması amacıyla bazı önlemlerin alınabileceği alan yazında yer almaktadır [1]. Bu anlamda bu çalışmada dış güvenilirliği sağlamak amacıyla alınan önlemler aşağıda listelenmiştir.

- Çalışmayı yürüten araştırmacı kendi konumunu ve veri kaynağı olan bireylerin gerçek isimleri dışında özellikleri açık bir biçimde tanımlanmıştır.
- Çalışmada toplanan verilerin elde edildiği süreç ve sosyal ortam açık bir şekilde belirtilmiştir.
- Veri analizinde kullanılan kavramsal çerçeve ve varsayımlara çalışma içerisinde yer verilmiştir.
- Çalışmada kullanılan analiz yöntemleri (görüşme ve kavramsal anlama testinden elde edilen verilerin nasıl toplandığı, nasıl kaydedildiği, nasıl yorumlandığı) ayrı alt başlıklar altında ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Ancak alınan bu önlemler araştırmada kullanılan ölçeğin güvenilirliğini, nicel araştırmalarda olduğu gibi, test etme ve belirleme amacına yönelik olarak değil, araştırmada kullanılan stratejilerin, neden ve nasıl kullanıldığının belirgin hale getirilmesi ve araştırmacının araştırma sonuçlarını kendi tercih ya da yönelimlerine göre biçimlendirmedigine okuyucuyu ikna etmesi ile ilişkilidir [113].

Öte taraftan araştırmanın iç güvenirliliğinin sağlanması amacıyla, görüşme ve doküman analizi yoluyla toplanan veriler betimsel bir yaklaşımla hiçbir yorum katmadan okuyucuya doğrudan sunulmuş ve verilerin analizinde ikincil araştırmacıların kullanılarak ulaşılan sonuçların sağlaması yapılmıştır. Verilerin analizinde ikincil araştırmacıların kullanımına ilişkin bilgiler veri analizi bölümünde sunulmaktadır.

### 3.4 Verilerin Analizi

Veri analizi; verileri toplama, düzenleme ve istatistiksel işlemler uygulayarak anlamlı kararlar verebilme ve bilimsel geçerliğe sahip sonuçlar çıkarabilme sürecidir [114]. Bu bölümde nicel ve nitel yönü olan bu çalışmada kullanılan veri toplama araçlarının analiz süreci tanıtılacaktır.

#### 3.4.1 Kavramsal Anlama Testlerinin Analizi

Kavramsal anlama testlerindeki soruların türlerine göre kullanılan veri analiz yöntemleri aşağıdaki Tablo 3.10' da detaylı olarak verilmiştir.

Tablo 3.10 Kavramsal Anlama Testlerinde Bulunan Soruların Türlerine Göre Kullanılan Veri Analiz Yöntemleri

Soru	Tür	Veri Analiz Yöntemi
1*	Kısa Cevap	Betimleme, Sınıflama, İlişkilendirme
2*	Çoktan Seçmeli	Grafik
4*	Nitel	İçerik Analizi (a)
8*	Çoktan Seçmeli	Yüzde, Frekans
3*, 5*, 6**, 6***, 7**, 7*** ,	Nitel	İçerik Analizi (b)

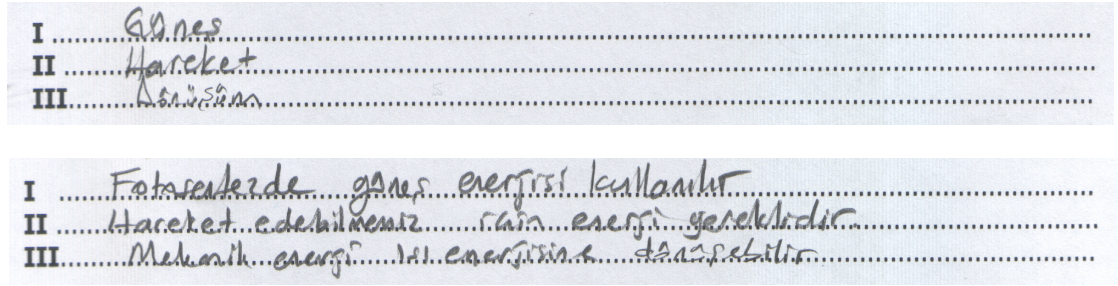
\*Hem ilköğretim hem de üniversite grubuna sorulan soru

\*\* yalnız ilköğretim grubuna sorulan soru

\*\*\* yalnız üniversite grubuna sorulan soru

Tablo 3.10' da da görüldüğü gibi ilköğretim ve üniversite grupları için ortak soru olan KAT' ın 1. sorusu kısa cevaplı soru niteliğindedir. Kısa cevaplı sorular, öğrencilerin bir sayı, bir kelime veya bir cümle ile cevaplayabilecekleri sorulardır [115]. Enerji ile akla gelen ilk üç kavramın sırasıyla istendiği çalışmadaki bu soru

için, Deny (1993) tarafından önerilen “Betimleme, Sınıflama, İlişkilendirme” süreci izlenmiştir [1]. Bu doğrultuda ilk olarak öğrenciler tarafından akla gelen ilk, ikinci ve üçüncü kelimeler kısmına yazılan kavramlar okunup önce kavramsal boyutta, sonrada alan boyutunda (fizik,kimya biyoloji) tanımlanır. İkinci olarak kavram boyutunda ve alan boyutunda veriler kodlanarak (temalar belirlenerek) sınıflamaya gidilir. Son olarak ta sınıflandırılan veriler kendi aralarında ilişkilendirilerek yorumlanır. Kavram boyutunda yapılan sınıflamada öğrencinin yazdığı “*Telepatik enerji, Kimyasal enerji, Kinetik enerji, Potansiyel enerji ve Mekanik enerji*” kavramlarına yönelik oluşturulan temalar, enerji çeşitleri olarak tayin edilmiştir. İlköğretim ve üniversite düzeylerinin karşılaştırılmasının yanı sıra üç farklı disiplin açısından da enerji kavramının yerinin sorgulanmaya çalışıldığı bu araştırmada, öğrencinin aklına gelen ilk kavramların hangi alana ait olduğunun tespiti önemli görülmektedir. Bu amaçla yapılan alan boyunda kodlamada, öğrencilerden her yazdığı kavramla birlikte kurması istenen cümleler okunarak, o kavramın hangi alana girdiği tespit edilmeye çalışılmıştır. Örneğin aşağıdaki Şekil 3.5’ te verilen 243 kodlu ilköğretim 8. sınıf öğrencisinin orijinal yanıt kağıdında, enerji kavramı ile aklına ilk olarak Güneş kavramı geldiği görülmektedir.



Şekil 3.5 243 Kod Numaralı İlköğretim 8. Sınıf Öğrencisinin KAT’ deki 1. Sorunun A ve B Kısımına Verdiği Yanıttan Orijinal Bir Kesit

Burada bu yanıtın önce kavram boyutuyla sonrada, kurduğu cümle okunarak hangi alana girdiğine karar verilir. Yani 243 kodlu öğrenci kurduğu “*fotosentezde güneş enerjisi kullanılır*” cümlesiyle Biyoloji teması altında kendine yer bulmuştur. Öğrencinin kurduğu cümlede kullandığı kavram Şekil 3.5’ te 243 kodlu öğrencinin ikinci akla gelen kısmına yazdığı “hareket” kelimesi ya da üçüncü olarak aklına gelen “hareket” kelimesi gibi her iki alanı ya da her üç alanı da kapsayacak

durumdaysa, bu yanıtlar araştırmacının inisiyatifi ile oluşturulan ortak alan temalarına (fizik-kimya, fizik-kimya-biyoloji gibi) yerleştirilmişlerdir. Örneğin burada 243 kodlu öğrencinin “*Hareket edebilmemiz için enerji gereklidir*” yanıtı fizik-biyoloji alanına konulmuştur. Yapılan bu sınıflamalar neticesinde elde edilen verilerin, yüzde oransal gösterimleri bulgular bölümünde verilmektedir.

Kavramsal anlama testlerinde çoktan seçmeli sorulardan biri olan 2. soru da enerji kavramıyla ilgili verilen 8 resmin öğrencilerden tarafından seçilme yüzdeleri ve buna ilişkin frekansları hem ilköğretim hem de üniversite grupları için hesaplanarak bulgular bölümünde grafikler kullanılarak sunulmuştur. Testlerde bulunan diğer bir çoktan seçmeli soru olan 6. soruda ise ilk bakışta görünüm açısından çoktan seçmeli soru türüne uymama gibi bir durum gözlenirse de, her iki alt sorusunda da öğrencilerin işaretleyebileceği seçenekler açısından tüm olasılıklar düşünöldüğünde (Şekil 3.6) aslında 4 seçenekli çoktan seçmeli bir sorudan farksız olduğu ortaya çıkmaktadır. Her iki alt sorusunun da analiz işlemi Şekil 3.6’ da görölen yanıt şablonuna indirgenerek yapılmış olup, yanıtlara ilişkin yüzde ve frekans değerleri tablolar halinde bulgular bölümünde verilmektedir.

Kopar /Enerji gerekir
Kopar/ Enerji açığa çıkar.
Oluşur/ Enerji gerekir
Oluşur/ Enerji açığa çıkar

Şekil 3.6 KAT’ larda Bulunan 8. Sorunun Analizinde Kullanılan Yanıt Şablonu

Bu çalışmanın nitel boyutta elde edilen verilerin analizinde ise, Strauss ve Corbin (1990) tarafından önerilen ve toplanan verilerin derinlemesine analiz edilmesi ile önceden belirgin olmayan tema ve boyutların ortaya çıkarılmasına olanak tanıyan “*içerik analizi*” süreci kullanılmıştır. Verilerin kodlanma aşamasıyla başlanan içerik analizinde temelde yapılan işlem, birbirine benzeyen verileri belirli kavramlar, tümceler ve temalar çerçevesinde bir araya getirmek ve okuyucunun anlayacağı bir biçimde düzenleyerek yorumlamaktır. [1].

Biyoloji alanına ait 4. soruda veriler daha önceden belirlenmiş bir kavramsal çerçeve içerisinde analiz edilmiştir. Bu araştırma kapsamında, Tablo 3.11’ de “İçerik Analizi (a)” ifadesiyle tanımlanan ve Strauss & Corbin (1990) tarafından ortaya atılan kodlama sistemlerinden “genel bir çerçeve içinde yapılan kodlama” türü olan bu kodlamalarda veri analizine geçilmeden önce genel bir kavramsal yapı mevcuttur ve genel kategorilerin önceden adı konulmuştur. Bu kategorilerin altında verilerin ayrıntısı belli bir düzenle verilir [1]. Bu çalışmada 4. soru için uygulanan bu kod sisteminde, öncelikle sorunun alt sorularıyla birlikte cevap anahtarları çıkarılmış ve bu kısma “Bilimsel olarak kabul edilebilir” üst kategori başlığı verilmiştir. Daha sonra bilimsel doğruya yakın ya da eksik ifadeli yanıtlar “Bilimsel olarak doğru ama eksik” üst kategorisine, hiçbir açıdan herhangi bir doğruluk taşımayan, yanılığın içeren yanlış yanıtlar ise “Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar” kategorisine atılmışlardır. Ayrıca okunamayan, anlam taşımayan, sloganist yanıtlar kodlanamaz kategorisinde, “hiç bir fikrim yok, yanıt yok” ya da “soru tekrarı yapılan” yanıtlar ile boş bırakılan yanıtlar “Yanıt yok” kategorisinde toplanmıştır. En iyi yanıt kategorisinden başlanarak her düzeye harf atanmış olup, ilgili kategori başlığı altında o düzeye uygun öğrencilerin orijinal cümlelerinden örnekler hiyerarşik olarak (örneğin, A1, A2 gibi) yüzde ve frekansı ile birlikte verilmiştir. Araştırma sürecinde yapılan bu tür bir veri analiz tablosu örnek olarak Tablo 3.11’ de verilmiştir.

Tablo 3.11 İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin KAT-1' in 4. Sorusunun İkinci Alt Sorusuna Verdikleri Yanıtlar

Düzey	Yanıt Kategoriler	Frekans	
		N	(% )
<b>A</b>	<b>Bilimsel anlamda kabul edilebilecek tam yanıt.</b>		
<b>1</b>	Ali kas faaliyetleri sonucu ATP harcadı. Kandaki glikoz miktarı azaldı, karbondioksit miktarı arttı ve kaslarda laktik asit miktarı arttı. Oluşan yorgunluğu ve bunun etkilerini azaltmak için yemek yedi. Böylece yemek yiyerek kaybettiği enerjisini besinle birlikte geri kazandı.	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Toplam</b>		<b>0</b>	<b>0</b>
<b>B</b>	<b>Bilimsel olarak doğru ama eksik yanıtlar.</b>		
<b>1</b>	ATP harcayarak yorulan vücut insanda acıkma hissi uyandırır. Ali vücudunda ATP sentezlemek ister. Bunun içinde vücuda besin alınarak enerji toplanması gerekir.	<b>2</b>	<b>0.75</b>
<b>2</b>	Yediği besin maddelerinden enerji sağlayarak yorgunluğunu gidermek için.	<b>55</b>	<b>20.59</b>
<b>3</b>	Kaybettiği enerjiyi yeniden kazanmak için yemek yedi.	<b>130</b>	<b>48.69</b>
<b>Toplam</b>		<b>187</b>	<b>70.03</b>
<b>C</b>	<b>Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar yanıt.</b>		
<b>1</b>	Top peşinde koşarak enerjisini bitirdiğinden onu kazanmak istiyor ve yemek yiyor.	<b>19</b>	<b>7.12</b>
<b>2</b>	Besinleri yiyerek onların sindirimi sonucu enerji elde eder..	<b>4</b>	<b>1.49</b>
<b>3</b>	Açlığını gidermek için yemek yedi.	<b>38</b>	<b>14.24</b>
<b>4</b>	Yorgunluğunun geçmesi için yemek yemiştir.	<b>6</b>	<b>2.25</b>
<b>5</b>	Yemek yemesi vücudunun dinamikleşmesini sağlar.	<b>4</b>	<b>1.49</b>
<b>Toplam</b>		<b>71</b>	<b>26.59</b>
<b>C</b>	<b>Kodlanamaz</b>	<b>6</b>	<b>2.25</b>
<b>D</b>	<b>Yanıt yok</b>	<b>3</b>	<b>1.13</b>
<b>Toplam</b>		<b>267</b>	<b>100</b>

Nitel ağırlıklı olan bu çalışmanın kavramsal anlama testlerinde yer alan diğer nitel özellikteki soruların veri analiz sürecinde de “içerik analizi” kullanılmıştır. Bu sorular için Tablo 3.11’ de “İçerik Analizi (b)” olarak belirtilen veri çözümleme tekniği, “içerik analizi (a)” da olduğu gibi ilk olarak Strauss & Corbin (1990) tarafından değinilmiş olup alan yazında “verilerden çıkarılan kavramlara göre yapılan kodlama” adıyla yer almaktadır [1]. Kategorilendirme ve diğer tüm yönleriyle “İçerik Analizi (a)” ile benzeşen bu tür kodlama sistemlerinin diğer kod sistemlerinden tek ve en önemli farkı, veri analizine geçilmeden önce belirli bir kavramsal yapının olmayışı ve bu yapının araştırmacı tarafından toplanan veriler doğrultusunda üretilen kodlarla oluşturulduğudur [1]. KAT-1’ de yer alan 4 soru (3, 5, 6. ve 7.) ve KAT-2’ de yer alan 4 sorunun (3, 5, 6. ve 7.) analiz edilmesinde

kullanılan bu kodlama sitemine örnek olarak KAT-2' de 6. soru için yapılan analiz Tablo 3.13' te verilmektedir.

Araştırmanın bulgular bölümünde sırasıyla, önce ilköğretim grubu, daha sonra üniversite grubuna ait öğrencilerin kavramsal anlama testindeki sorulara verdikleri yanıtlara ait analiz tabloları verilmiştir. Bulgular bölümünün son kısmında ise ilköğretim ve üniversite grubunun kavramsal anlamaları açısından karşılaştırılması yapılmıştır. Bu karşılaştırmaları tanımlamada kullanılan tablolar hazırlanırken gruplar arasında ortak ve ayrı kategorilerin olduğu görülmüştür. Ortak yanıt kategorilerinde tekrar niteliği taşımaması açısından yalnız bir gruba ait örnek yanıt, tabloda verilmiştir. Farklı yanıt kategorilerinde ise grup türü tablo altında belirtilerek ek bir satır açılmıştır. Son olarak, ortak olmayan sorular ise gruplar arasında ölçmek istenen hedef bakımından birbirlerine karşılık gelen sorularla tablo halinde değil yalnız yorum bazında karşılaştırılmıştır.

Tablo 3.12 Üniversite Öğrencilerinin 8. Soruya Verdikleri Yanıtlara Ait Analiz Tablosu

Düzye	Yanıt Türleri	Frekans	
		N	(% )
<b>A</b>	<b>Açıklamanın enerji kavramına dayalı ve bilimsel anlamda doğru olarak yapıldığı ifadeler</b>		
<b>1</b>	Enerjinin korunumu ve enerjinin kütle- hız ilişkisini tam ve bilimsel olarak kabul edilebilir bir şekilde açıklayan ifadeler. Yaylar sıkıştırılarak bir potansiyel enerji kazandırılmıştır, aynı miktarda sıkıştırıldıklarına göre potansiyel enerjileri eşittir. Yaylar serbest bırakıldığında, yay potansiyel enerjileri kinetik enerjiye dönüşür, enerji korunur. $\frac{1}{2} mv^2$ formülünden, cisimlerin hızları kütlelerine bağlıdır. Aktarılan kinetik enerjileri eşit olduğuna göre kütlesi büyük olanın hızı küçüktür.	<b>131</b>	<b>43.53</b>
<b>2</b>	<b>Enerjinin korunumundan bahsedilip kütle-hız ilişkisinin açıklanmadığı ifadeler.</b> Yaylar sıkıştırıldıklarında sahip oldukları enerji, bırakıldıklarında enerjinin korunumuna göre kinetik enerjiye dönüşecektir. Eşit sıkıştırıldıklarına göre bitişte enerjileri eşittir.	<b>23</b>	<b>7.64</b>
<b>3</b>	<b>Enerjinin korunumundan bahsedilmeyip, kütle- hız ilişkisinin açıklandığı ifadeler.</b> Yaylar aynı miktar sıkıştırıldığından enerjileri eşittir. Ama kütlesi küçük olanın hızı büyüktür, kütlesi büyük olanın hızı küçüktür.	<b>28</b>	<b>9.32</b>
<b>Toplam</b>		<b>182</b>	<b>60.49</b>



Tablo 3.12' nin Devamı

B	Açıklamanın enerji kavramına dayalı olarak yapıldığı, kabul edilemez ifadeler.	N	(% )
1	<b>Enerji – kütle ilişkisinin yanlış yorumlandığı yanıtlar.</b>	9	2,99
	Cisimle aynı kuvvetlerle itiliyor. Bitiş çizgisine aynı anda ulaşırlar. Hız sahibi olan cisim kinetik enerjiye sahiptir. $\frac{1}{2} mv^2$ formülünden hızları eşit ama kütleleri farklıdır. Bitiş çizgisine kadar 4m kütleli cismin enerjisi m kütleli cisimden daha çok olacaktır.		
2	<b>Hız - Kütle ilişkisine bağlı, sıkışmanın doğru yorumlandığı yanıtlar.</b>	12	3,98
	Yaylar eşit miktarda sıkıştırılarak belli bir potansiyel enerji kazanmışlardır. Bu enerjiyle kütleli küçük olanın itilmesi daha kolaydır. Bu yüzden m kütleli cismin hızı 4m kütleli cismin hızından daha fazladır. $\frac{1}{2} mv^2$ ye göre hızı büyük olanın enerjisi de büyüktür.		
3	<b>Enerji-Hız ilişkisinin yanlış yorumlandığı yanıtlar.</b>	24	7,97
	Yaylara ilk uygulanan itme enerjileri aynı olduğuna yani eşit sıkıştırıldıklarına göre ikisinin de hızları eşittir ve buna bağlı olarak enerjileri de eşittir.		
4	<b>Hız - Kütle ilişkisinin yanlış yorumlandığı yanıtlar.</b>	13	4,32
	4m kütleli cisme ait yay m kütleli cisme ait yay göre daha fazla sıkıştırılmıştır. 4m kütleli cismin hızı m kütleli cismin hızına göre daha büyüktür. Çünkü yayın itme kuvveti kütleyle bağlıdır. Dolayısıyla 4m kütleli cisim daha hızlı gider ve $\frac{1}{2} mv^2$ formülüne göre de m kütleli cisme göre enerjisi daha fazladır.		
5	<b>Hız-Ağırlık ilişkisinin yorumlandığı yanıtlar.</b>	13	4,32
	Başlangıçta yayların belli bir potansiyel enerjisi vardır. Bu enerjileri etki sonucu hareket enerjisine dönüşüyor. Bu etki ile ağır olan cisim daha yavaş gidecektir. Aynı enerji ile ağırlığı az olan daha hızlı hareket edecektir. Buradan da hızı fazla olanın enerjisi daha fazla olduğuna göre ağır olanının enerjisi hafif olana göre daha büyüktür.		
<b>Toplam</b>		<b>71</b>	<b>23.58</b>
C	<b>Açıklamanın enerji kavramına dayalı olarak yapılmadığı ifadeler.</b>		
1	<b>Hız - İvme ilişkisine bağlı yanıtlar</b>	7	2,32
	F = m.a bağıntısına göre kuvvetler eşit olduğundan m kütleli cismin ivmesi daha fazla olur. İlk hızlar sıfır olduğuna göre ivmesi büyük olan daha çok hızlanır. Bu sebeple m in hızı 4m den büyüktür.m in enerjisi de 4m den büyüktür.		
2	<b>İş-Enerji ilişkisine bağlı yanıtlar.</b>	7	2,32
	Burada iki yayada eşit kuvvet uygulanıyor, F= k.x formülüne göre x' ler de eşittir. Sürtünme olmadığına göre ikisinin de enerji değişimleri yani İş' leri eşittir.		
3	<b>Yalnızca kütle kavramına dayalı yanıtlar.</b>	2	0,66
	E = mc <sup>2</sup> ye göre kütle arttıkça enerji artacaktır.		
4	<b>Yayın cinsine dayalı yanıtlar.</b>	5	1,66
	Yaylar özdeş ve $\frac{1}{2} kx^2$ ye göre kütle ile ilgili bir durum yoktur. Enerjileri eşittir		
5	<b>Ortamın özelliğine dayalı yanıtlar.</b>	8	2,66
	Sürtünme olmadığına göre ikisi de aynı hızda giderler.		
6	<b>Potansiyel enerjinin yanlış yorumlandığı yanıtlar.</b>	8	2,66
	4m kütleli cismin P.E = m.g.h potansiyel enerjisi yüksektir. Yaylarında $\frac{1}{2} kx^2$ ten durumları eşittir. Sahip olduğu potansiyel enerjiden dolayı 4m daha hızlıdır.		
<b>Toplam</b>		<b>42</b>	<b>12.28</b>
D	<b>Kodlanamaz</b>	8	2,66
E	<b>Yanıt yok</b>	3	0,99
<b>Toplam</b>		<b>301</b>	<b>100</b>

### 3.4.2 Veri Analizinde İkincil Araştırmacıların Kullanılması

Doktorların hastalarını, yöneticilerin personel başarılarını, antrenörlerin sporcularını değerlendirebildikleri gibi araştırmacılar da çalıştığı alanla ilgili değişik nedenlerle çeşitli değerlendirmelerde bulunabilir [116]. Örneğin bu araştırmada ilköğretim ve üniversite düzeylerindeki öğrenci gruplarının yanıtladığı kavramsal anlama testlerinden elde edilen veriler araştırmacı tarafından analiz edilerek değerlendirilmiştir. Fakat nitel ekseni daha baskın bu çalışmada yer alan açık uçlu soruların veri analizinde araştırmacının algı, kavrama ve yorum becerisinden kaynaklanan yanılırları kısmen de olsa ortadan kaldırabilmek amacıyla ikincil araştırmacılar kullanılmıştır [117]. İşte bu tür nitel bir çalışmanın güvenilirliği kapsamına giren ikincil araştırmacıların kullanımı, ölçüm rakamları arasındaki tutarlılıkla alakalı olmakla birlikte alan yazında “*değerlendiriciler arası tutarlılık*”, “*hakemler arası tutarlılık*”, “*kayıtçılar veya puanlayıcılar arası tutarlılık*” deyimleri ile kullanılmaktadır [113]. Bu anlamda bu araştırmada yer alan örneklem gruplarının yaklaşık % 20’ sini oluşturan; ilköğretim grubundan 50, üniversite grubundan ise 60 adet yanıtlanmış öğrenci testi (KAT-1, KAT-2) sorunun alan açısından niteliğine göre (Fizik, Kimya, Biyoloji) o alanda uzman birer toplam üç öğretim elamanı tarafından incelenerek, araştırmacının oluşturduğu veri analiz tabloları biçiminde kategorilendirmelere gidilmiştir. Aynı zamanda çalışmanın iç geçerliliğinin de sağlayan bu kodlamaların tutarlığı daha sonra araştırmacının yapmış olduğu ilk kodlamalar ile aşağıda verilen “*tutarlılık yüzdesi bağıntısına*” göre hesaplanmıştır. Tespit edilen tutarlılık yüzdesi sonuçları Tablo 3.13’ te verilmektedir.

$$P = \frac{N_a \times 100}{N_t}$$

P : Tutarlılık yüzdesi  
N<sub>a</sub>: İki kodlamada ortak kodlanan öğrenci yanıtlarının sayısı  
N<sub>t</sub>: Kodlana toplam öğrenci sayısı

Şekil 3.7 Tutarlılık Yüzdesi Bağıntısı

Tablo 3.13 Araştırmacı ve Alan Uzmanları Tarafından Yapılan Kodlamalar Arasındaki Tutarlılık Yüzdeleri

Soru Numarası	P (tutarlılık yüzdesi)		Ortalama p	
	İlköğretim	Üniversite	İlköğretim	Üniversite
3	90	92	89.14	88.71
4a	83	84		
4b	81	83		
4c	85	85		
5	91	92		
6	96	94		
7	88	91		

Trockim (2004)' e göre araştırmacılar arası tutarlılık yüzdesi ancak % 80 düzeyine geldiği zaman araştırmacının bağımsızlığından ve dolayısıyla yapılan araştırmanın güvenilirliğinden söz edilebilir [116]. Tablo 3. 14' te görüldüğü gibi ilköğretim ve üniversite gruplarına sorulan açık uçlu soruların araştırmacı ve ikincil araştırmacılar tarafından kodlamalarındaki tutarlılığı ifade eden ortalama p değerleri her iki grup içinde % 80' in üzerinde tespit edilmiştir. Bu durum araştırmada, araştırmacı tarafından tüm örneklem dikkate alınarak yapılan kodlama ve kodlama sisteminin güvenilir olduğunun işareti olarak yorumlanabilir. Buna ek olarak tutarlılık yüzdesi hesaplamaları bir istatistik değeri olmayıp indeks değeri niteliğinde olduğundan, değerlendirmede şans faktörünün etkisi dikkate alınmamıştır [116].

### 3.4.3 Görüşme Sorularının Analizi

Kavramsal anlama testlerinin analiz sürecinden sonra, verilen çarpıcı yanıt kategorileri dikkate alınarak konuya ilişkin animasyonlar, görüşme kartları ve kurulan düzenekler desteğiyle yapılan ve daha derinlemesine verilerin sağlanmasının amaçlandığı yarı-yapılandırılmış görüşmeler için ayrıca teknik bir analiz yöntemi kullanılmamıştır. Yapılan bu görüşmeler, ihtiyaç duyulan her an dinlenip yorumlanmasının sağlanabilmesi açısından ses kayıt cihazı ile kaydedilmiştir. Elde edilen kayıtlar araştırmacı tarafından dinlenerek metinlerde diyaloglar haline getirilerek, bulgular bölümünde kavramsal anlama testlerinden elde edilen verileri

destekler nitelikte kullanılmışlardır. Görüşme ve görüşme süreci ile ilgili bilgiler 3.3.2 bölümünde ayrıntılı olarak verilmiştir.

### 3.4.4 Fen Bilgisi Tutum Ölçeğinin Analizi

Örnekleme oluşturan ilköğretim ve üniversite gruplarının her ikisine de ortak olarak kavramsal anlama testlerinden önce fen' e yönelik tutumlarını ölçmek amacıyla uygulanan fen bilgisi tutum ölçeğinden uygulama sonucunda elde veriler SPSS 12 paket programı kullanılarak çözümlenmiştir. Öğrencilerin yanıtları olumlu ya da olumsuz madde olma durumlarına göre aşağıdaki Tablo 3.14' teki puan skalası kullanılarak ilgili programa tek-tek girilmiştir.

Tablo 3.14 Tutum Ölçeğinin Değerlendirilme Skalası

Yanıt Seçenekleri	Olumlu Cümleler	Olumsuz Cümleler
Tamamen katılıyorum	5 puan	1 puan
Katılıyorum	4 puan	2 puan
Kararsızım	3 puan	3 puan
Katılmıyorum	2 puan	4 puan
Hiç katılmıyorum	1 puan	5 puan

Her bir öğrencinin toplam tutum puanları hesaplanması ile cinsiyet bağımsız değişkenin dışında diğer bir bağımsız değişken de elde edilmiş olur. İki ilişkisiz grup ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını test etmek amacıyla t-testi' nin kullanıldığı bu çalışmada; ilk olarak ilköğretim grubunun, sonra üniversite yer alan öğrenci grubunun son olarak ta tüm örnekleme oluşturan öğrenci grubunun fen' e yönelik tutumlarının cinsiyetle olan ilişkisi araştırılmıştır. Cinsiyet değişkeninin Fen' e yönelik tutumlarının etkisini gösterir sonuçların yanı sıra, iki öğrenci grubu için her bir tutum cümlesinin yanıt seçeneklerine göre oluşan yüzde değerleri de bulgular bölümünde verilmektedir.

#### 4. BULGULAR VE YORUMLAR

Araştırmanın bu bölümünde, belirlenen araştırma sorularına ilişkin çözümlenmeler sonucunda, örnekleme uygulanan veri toplama araçlarından elde edilen bulgular iki başlık altında incelenerek tartışmaya açılmaktadır. Buna göre ilk aşamada, enerji kavramına ilişkin ilköğretim düzeyine uygulanan kavramsal anlama testi (KAT-1) ve üniversite düzeyinde uygulanan kavramsal anlam testinden (KAT-2) elde edilen bulgulara yer verilmektedir. Ayrıca her iki öğrenim düzeyine uygulanan kavramsal anlam testlerinden elde edilen bulguların, ortak sorular ışığında karşılaştırılması da yine bu ilk aşamada yapılmaktadır. Her soruya ilişkin bulguların sunumu ve karşılaştırılmalarında öğrencilerle yapılan görüşmelere ait verilerde, bu aşamada öğrenci yanıtlarına daha açıklayıcı bir konum kazandırmak amacıyla kullanılmıştır. İkinci aşamada ise araştırmada uygulanan bir diğer veri toplama aracı olan fen bilgisine yönelik tutum ölçeğinin (FBYTÖ) uygulama sonrası yapılan analizleri, önce ilköğretim sonra üniversite ve en son olarak da bu iki öğrenim düzeyi birlikte değerlendirilerek bütün örneklemin tutum açısından durumu ortaya konmaktadır. Yine bu iki öğrenim düzeyinin tutum düzleminde yapılan karşılaştırmaları, ilgili araştırma sorusuna yanıt olacak bir şekilde verilmektedir.

Araştırmanın her iki aşamasında da örnekleme oluşturan her iki öğrenim düzeyine ait bulgular, araştırma sorularına açıklık getirebilecek düzende verilmektedir. Bu düzen ilk aşamada KAT' larda kullanılan her bir sorunun sırasıyla ele alınması ve görüşmelerle elde edilen verilerle birlikte yorumlanması biçiminde, ikinci aşamada ise fen bilgisine yönelik tutum ölçeğinden elde edilen bulguların öğrenim düzeyleri arasında kıyasa meydan verir sırada (ilk olarak ilköğretim, ikinci olarak üniversite, son olarak ta her iki grup birlikte) sunulması ile sağlanmaktadır. İlköğretim ve üniversite gruplarına uygulanan KAT' lar da yer alan soruların analizine soru sıra numarasına göre yer verilirken, gruplar arası karşılaştırma durumu göz önüne alınarak, ilk olarak ortak sorular değerlendirilmeye alınmış ve daha sonra ilköğretimden başlanmak üzere ortak olmayan soruların analiz ve yorumlarına

geçilmiştir. Bu sayede bir sorunun analiz işlemi sona erdiğinde, hem ilköğretim hem de üniversite düzeyinin bu soruya ait yanıt kategorileri ile bu kategorilerin yüzde-oranları okuyucu tarafından daha açık görülebilmektedir. Ayrıca bu iki öğrenim düzeyinin kavramsal anlamaları bakımında karşılaştırılmasının da (ortak sorular için) yine aynı soru altında verilmesi, araştırmanın temel amacı niteliğindeki Fen Bilgisi öğretmenliği öğretmen adayları ve ilköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin enerji konusu hakkında sahip oldukları fikirler açısından benzerlik ve farklılıkları tespit etme düşüncesine hizmet etmektedir.

#### **4.1 İlköğretim 8. Sınıf ve Üniversite Öğrencilerine Uygulanan Kavramsal Anlama Testlerinde Yer Alan Ortak Sorulara İlişkin Bulgular**

Bu bölümde kavramsal anlama testlerinde (KAT-1 ve KAT-2 ) ortak olarak yer alan soruların, yöntem bölümünde ifade edilen veri analiz süreci takip edilerek sırası ile analizi yapılmaktadır. Kavramsal anlama testinde yer alan soruların analizine geçilmeden önce ele alınacak her bir soru ve bu sorunun sorulma amacı ile ilgili soruya ait görüşme sürecinde kullanılan (varsa) deney düzeneği, materyal, kart ya da animasyonlardan birer kesit resim halinde verilmektedir. Daha sonra da öğrencilerin verdikleri yanıtları tanımlayan grafik ve tablolar sunulmaktadır. Analizler doğrultusunda yapılan yorumlarda yine bu bölümde yer almaktadır.

##### **4.1.1 İlköğretim 8. Sınıf ve Üniversite Öğrencilerine Uygulanan Kavramsal Anlama Testlerinin 1. Sorusuna Ait Bulgular**

Öğrencilerin enerji kavramı ile birlikte zihinlerinde hangi kavramların çağrıştığının açığa vurulmasının hedeflendiği ve iki aşamadan oluşan bu soru Şekil 4.1' te verilmektedir.

**1-a) Bir kelime duyduğunuzda ya da okuduğunuzda bu kelimeyi genellikle onu anımsatan diğer kelimelerle ilişkilendirip, sık sık bağlantı kurarsınız. Aşağıdaki boşluklara, enerji kavramını duyduğunuzda aklınıza gelen, ilk üç kelimeyi yazınız.**

**I.**.....

**II.**.....

**III.**.....

**1-b) Aşağıya, yukarıda yazdığınız her bir kelimeyi kullanarak, içinde "enerji" kelimesi geçen birer tane cümle yazınız. ( Her cümlede bu kelimelerden sadece bir tanesini kullanınız)**

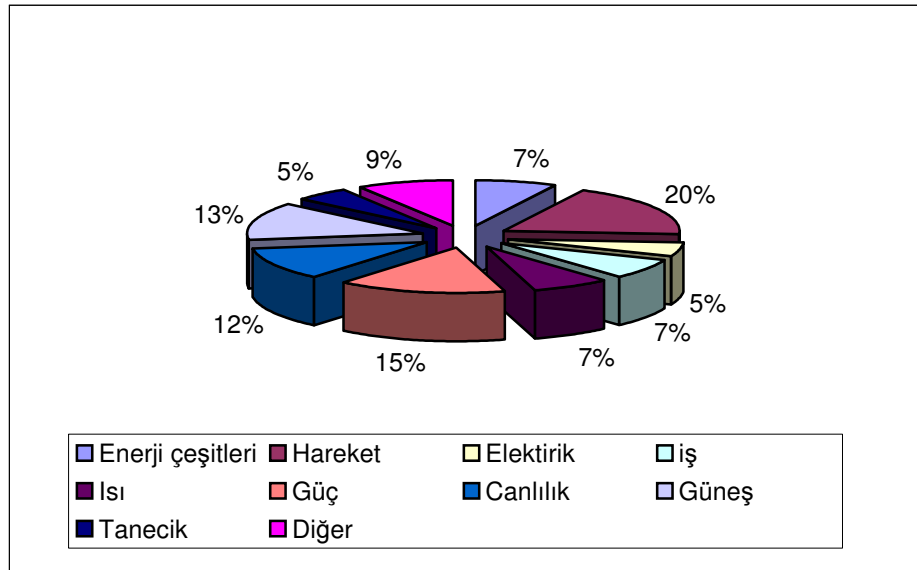
**I.**.....

**II.**.....

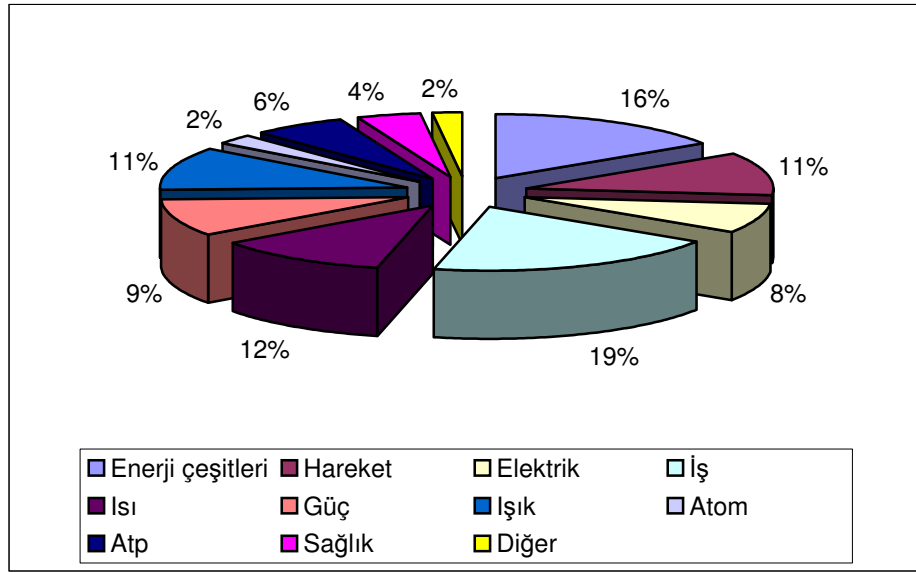
**III.**.....

Şekil 4 1 KAT-1 ve KAT-2’de Yer Alan 1. Soru

KAT-1’ deki bu soruya ilköğretim öğrencilerinin enerji kavramıyla, ilk olarak ilişkilendirdikleri üç kavramın analizi, üst temalar belirlenerek Şekil 4.2’ de, aynı sorunun üniversite düzeyine ait grafiği de Şekil 4.3’ te verilmektedir. Aynı sorunun ikinci aşamasına yönelik olarak ta Şekil 4.4’ de ilköğretim öğrencilerinin, Şekil 4.5’ te de üniversite öğrencilerinin sorunun ilk aşamasında yazdıkları kavramlar ile kurdukları cümleler baz alınarak disiplinler boyutta analizine yer verilmektedir.



Şekil 4.2 KAT-1 1. Sorusunun İlk Kısmının Kavram Boyutunda Analizi



Şekil 4.3 KAT-2 1. Sorusunun İlk Kısmının Kavram Boyutunda Analizi

İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin % 20' sinin enerji kavramını ilk olarak hareketle (Şekil 4.2), üniversite öğrencilerinin ise % 19 oranında iş kavramıyla ilişkilendirdikleri görülmektedir (Şekil 4.3). Enerji çeşitleri % 16 ile üniversite düzeyinde yüksek bir yüzdeye sahipken bu durum ilköğretim düzeyinde % 7 oranında kalmıştır. Bu konuyu destekleyici görüşme kayıtları aşağıda sunulmaktadır.

**Görüşmeci:** Öncelikle enerji kavramını duyduğunda aklında ne canlanıyor söyler misin?

**Öğrenci 4 (ilköğretim):** Koşmak, hayat, elektrik enerjisi

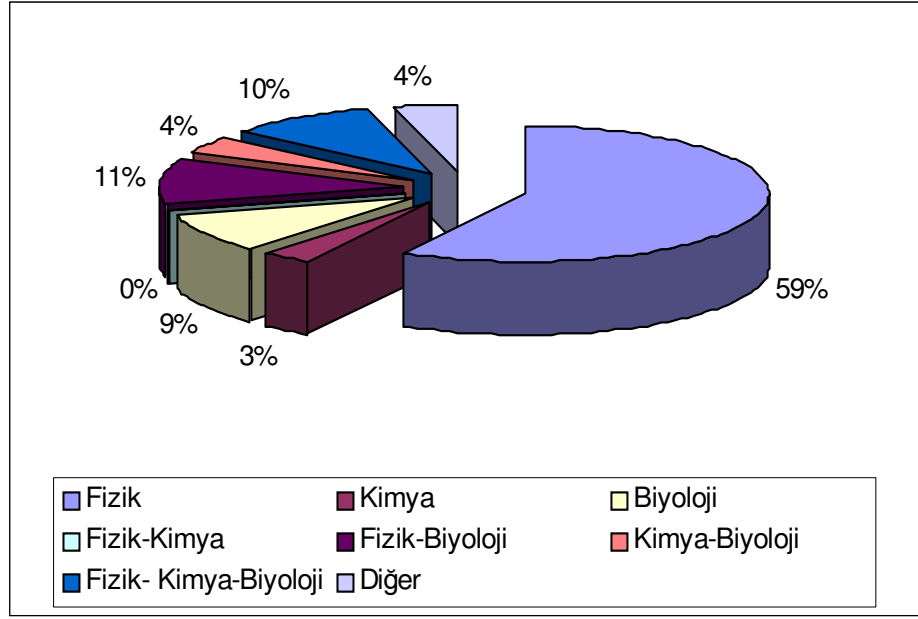
**Öğrenci 8 (üniversite) :** Mekanik Enerji, potansiyel enerji, kinetik enerji, kimyasal enerji bir sürü var daha!

**Görüşmeci:** Evet, Neden sadece enerji çeşitlerinden bahsettin?

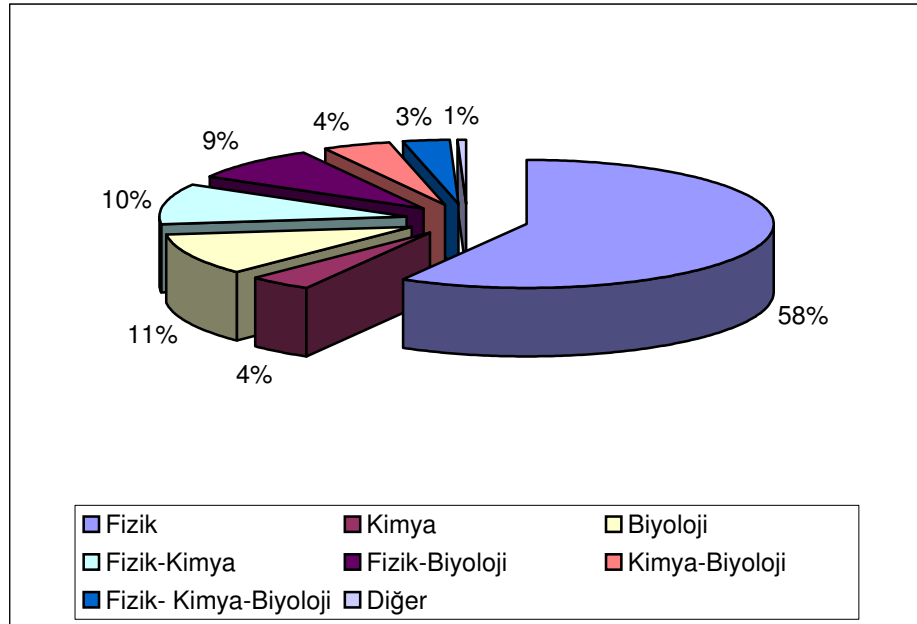
**Öğrenci 8 (üniversite):** Hocam genelde sorularda bunlar karşımıza çıkıyor.

Yukarıdaki görüşme kayıtları da dikkate alındığında enerji kavramının ilk olarak, ilköğretim düzeyinde yaşam ve günlük yaşantı ile üniversite düzeyinde ise test-sınav psikolojisinin etkisi ile öğretim programı merkezli düşünüldüğü söylenebilir.





Şekil 4.4 KAT-1 1. Sorusunun 2. Kısmının Fen Disiplinleri Boyutunda Analizi



Şekil 4.5 KAT-2 1. Sorusunun 2. Kısmının Fen Disiplinleri Boyutunda Analizi

Öğrencilerin yazdıkları kavramlar ile kurdukları cümleler göz önüne alındığında ilköğretim öğrencilerinin % 59' unun, üniversite öğrencilerinin ise % 58' inin enerji kavramını daha çok fizik alanı ile birlikte özdeşleştikleri görülmektedir (Şekil 4.4 ve Şekil 4.5) İlköğretim 8. sınıf düzeyinde henüz alan ayrımı yapılmamış

olduğundan öğrencilerin aşağıdaki örnek görüşme kaydında verildiği gibi seçtiği örneklerden, üniversite öğrencilerinin ise doğrudan verdikleri yanıtlarından enerji-fizik alanı ilişkisi görülebilmektedir.

**Görüşmeci:** Enerji kavramı hangi ders veya derslerde kullanılıyor?  
Bir örnek verebilir misin?

**Öğrenci 3 (üniversite):** Fizikte daha çok geçiyor, kinetik enerjisi potansiyel enerji elektrik enerjisi falan, kimyada o kadar değil de, tabii ki biyolojide de var güneş mesela.

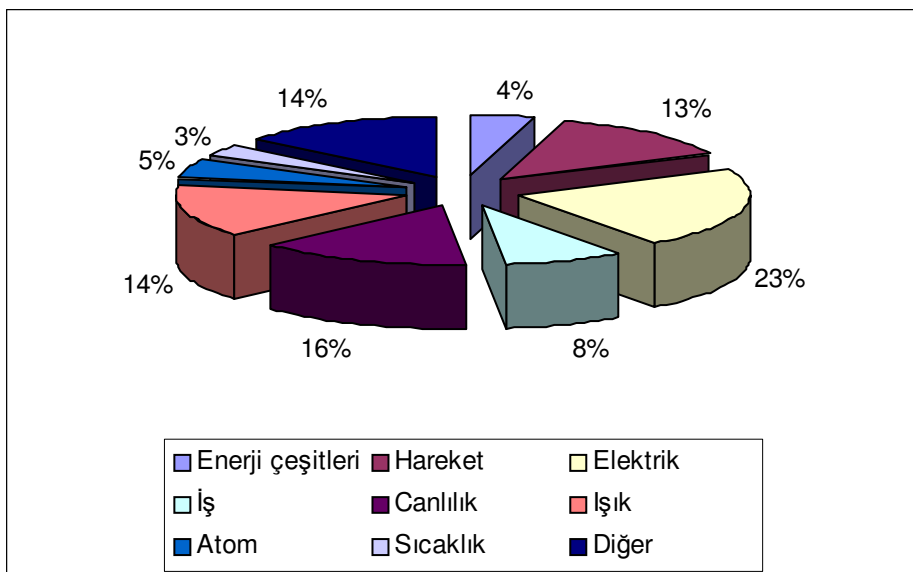
**Öğrenci 9 (ilköğretim):** Fen dersinde öğretmenim. Nasıl bir örnek?

**Görüşmeci:** Fen Bilgisi dersinden bir örnek verebilir misin?

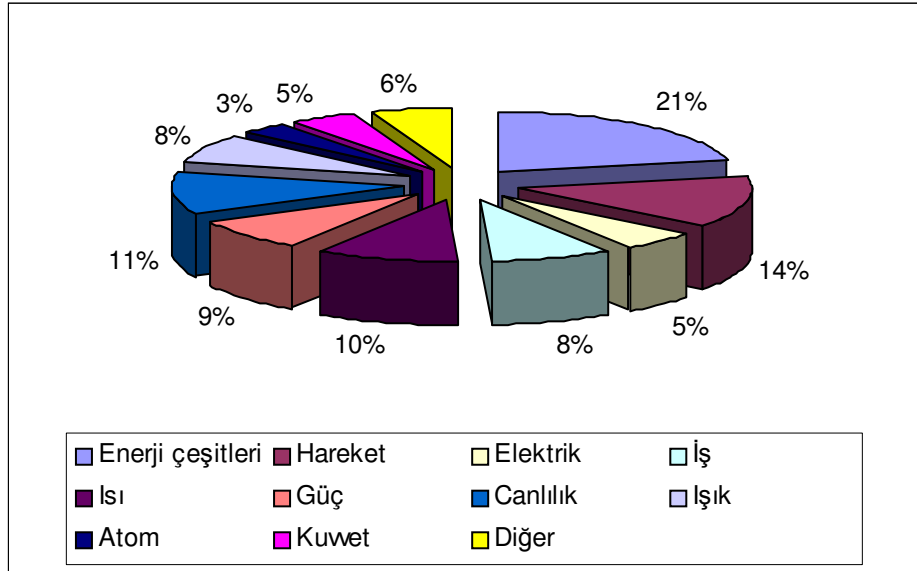
**Öğrenci 9 (ilköğretim):** Kaldırma kuvveti ve ağırlık olabilir ya da bir şeyi ittirirken enerji gereklidir.

Ayrıca, Şekil 4.4 ve Şekil 4.5 ile yukarıdaki görüşme kaydı örneği incelendiğinde; kimya alanının hem ilköğretim (% 3) hem de üniversite öğrencileri (% 4) tarafından enerji kavramıyla en az özdeşleştirilen alan olduğu görülmektedir.

Diğer taraftan sorunun ilk aşamasında, ilköğretim 8. sınıf ve üniversite öğrencilerinin enerji kavramıyla ikincil olarak, hangi kavramlar arasında bağ kurduklarını gösterir yüzde değerleri sırasıyla Şekil 4.6 ve Şekil 4.7’ de verilmektedir.

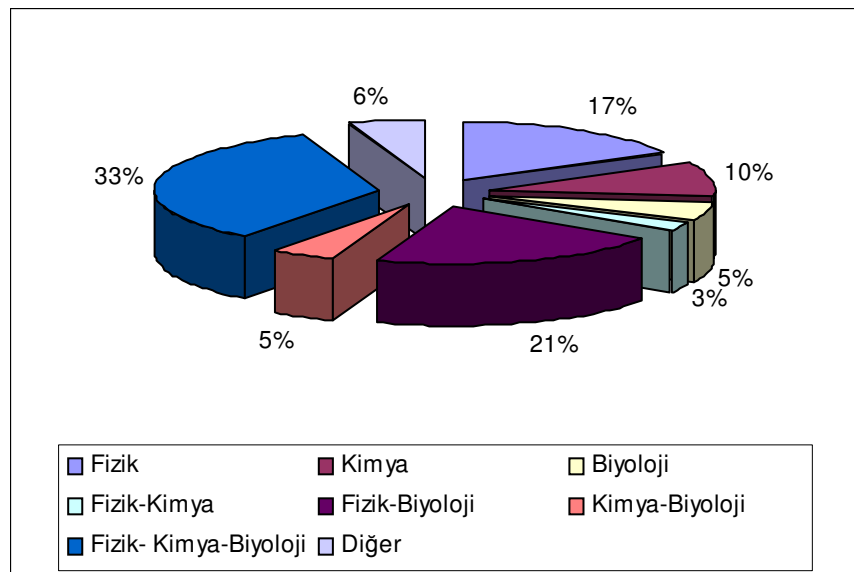


Şekil 4.6 KAT-1 1. Sorusunun 2. Kısmının Kavram Boyutunda Analizi

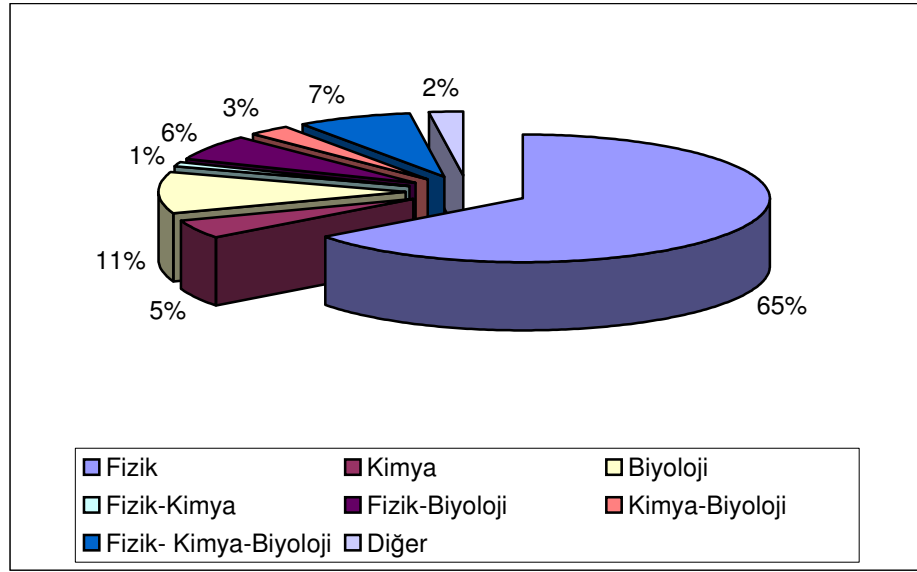


Şekil 4.7 KAT-2 1. Sorusunun 2. Kısmının Kavram Boyutunda Analizi

Şekil 4.6 ve Şekil 4.7' ye göre ilköğretim öğrencilerinin % 23' ü enerji kavramıyla elektriği, üniversite öğrencilerinin ise % 21' i enerji çeşitlerini ikinci olarak zihinlerinde canlandırmaktadırlar. Ayrıca Şekil 4.6 ve Şekil 4.7 incelendiğinde her iki grubun seçimlerinde hareket kavramının (% 14 ve % 14) en yüksek yüzdeye sahip ortak payda olduğu göze çarpmaktadır. Öğrenci gruplarının yine bu kavramlarla kurulan cümleler ışığında ilköğretim örnekleminin yaklaşık 3' te 1' ini oluşturan öğrencilerin Fizik-Kimya-Biyoloji alanlarında değerlendirilebilecek ortak kavramları tercih ettikleri (% 33) Şekil 4.8' de, üniversite öğrencilerinin ise ilk tercihlerinde oldukları gibi çok yüksek bir yüzdeyle (% 65) fizik alanına yakın kavramları tercih ettikleri görülmektedir (Şekil 4.9).

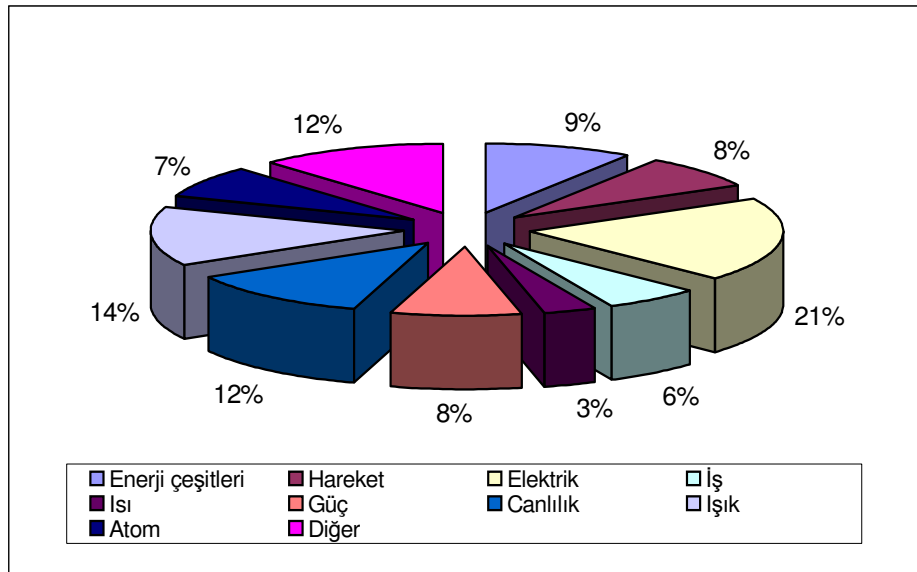


Şekil 4.8 KAT-1 1. Sorusunun 2. Kısmının Fen Disiplinleri Boyutunda Analizi

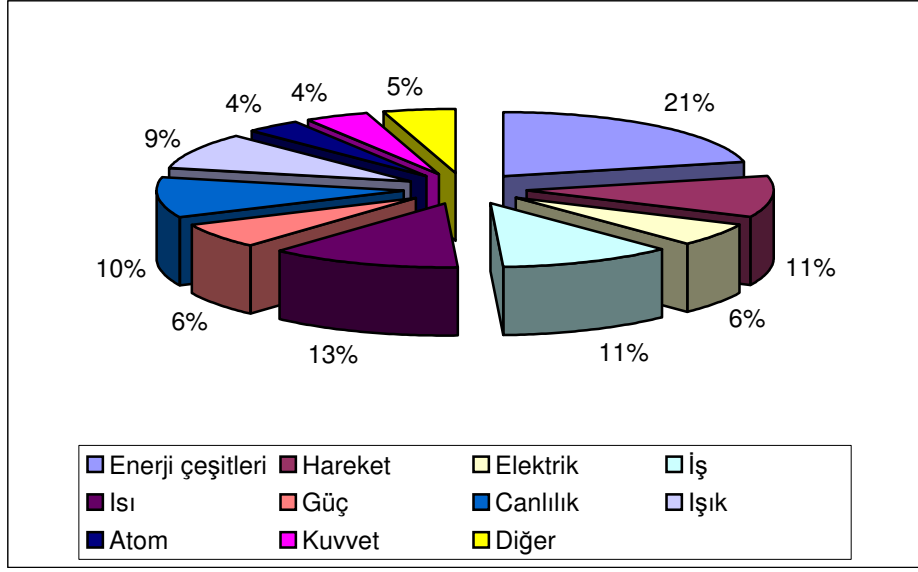


Şekil 4.9 KAT-2 1. Sorusunun 2. Kısmının Fen Disiplinleri Boyutunda Analizi

Kavramsal anlama testlerinin 1. sorusunun son kısmında (III), enerji kavramıyla öğrenciler tarafından üçüncü olarak akla gelen kavramların yazılması istenmiş olup, buna ilişkin ilköğretim ve üniversite düzeyinde verilen kısa cevapların yüzdeleri grafik halinde sırasıyla Şekil 4.10 ve Şekil 4.11’ da verilmektedir.

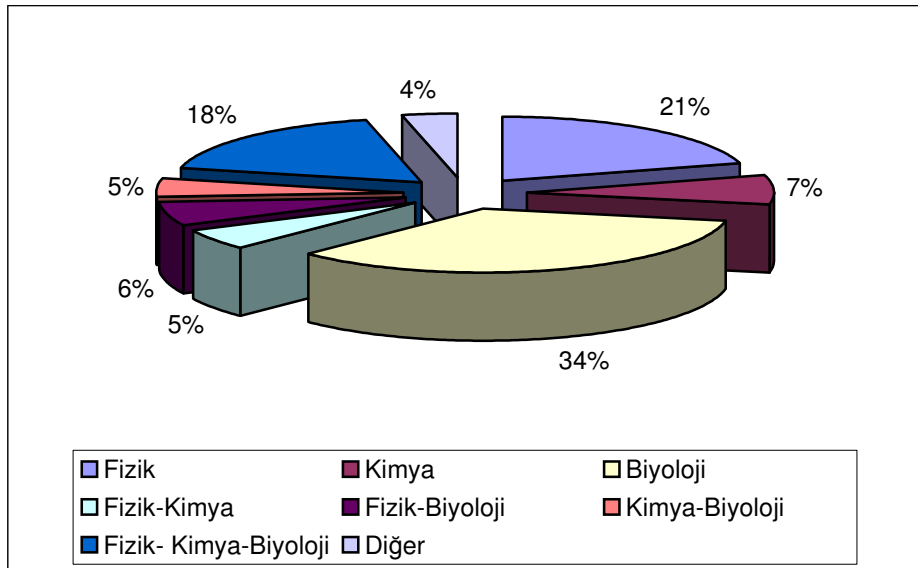


Şekil 4.10 KAT-1 1. Sorusunun 3. Kısmının Kavram Boyutunda Analizi

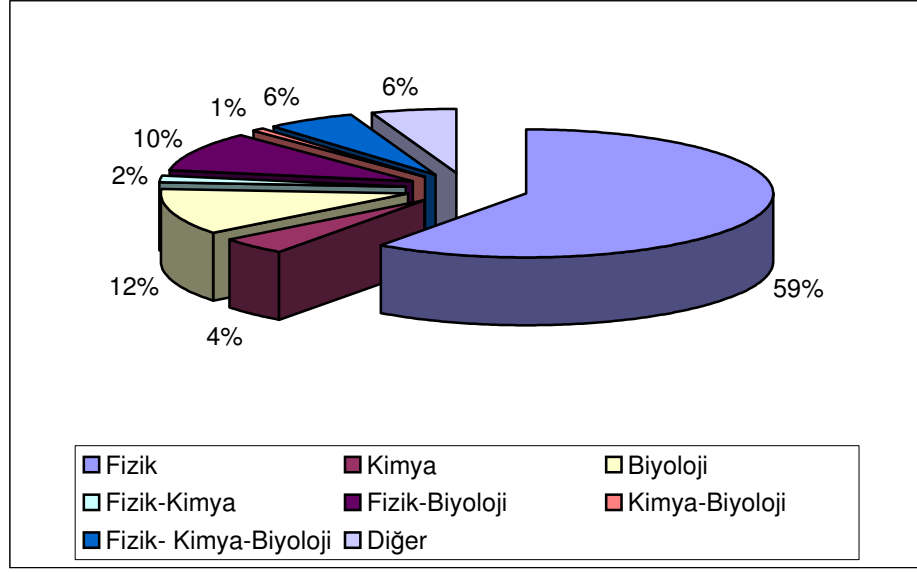


Şekil 4.11 KAT-2 1. Sorusunun 3. Kısımının Kavram Boyutunda Analizi

Şekil 4.10 ve Şekil 4.11' e bakıldığında sorunun (II) kısmı ile benzer bulgulara rastlanmaktadır. İlköğretim düzeyindeki öğrenciler için elektrik (% 21), üniversite öğrencileri için ise enerji çeşitleri (% 21) üçüncül açıdan da en yüksek orana sahiptir. Bunun yanında enerji kavramıyla ilk ve ikinci olarak akla gelen kavramların ilişkilendirilmelerinin yapıldığı diğer kısımlarda (I ve II) olduğu gibi, son kısımda da (III), öğrenciler tarafından sorunun ikinci aşamasında kurulan cümleler baz alınarak fen disiplinleri açısından dağılımlar Şekil 4.12 ve Şekil 4.13' te sunulmaktadır.



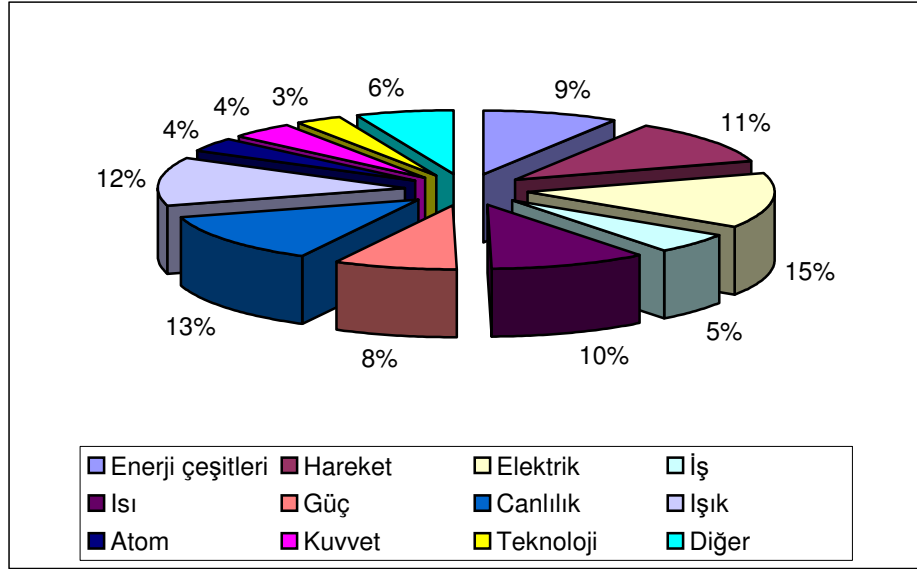
Şekil 4.12 KAT-1 1. Sorusunun 3. Kısımının Fen Disiplinleri Boyutunda Analizi



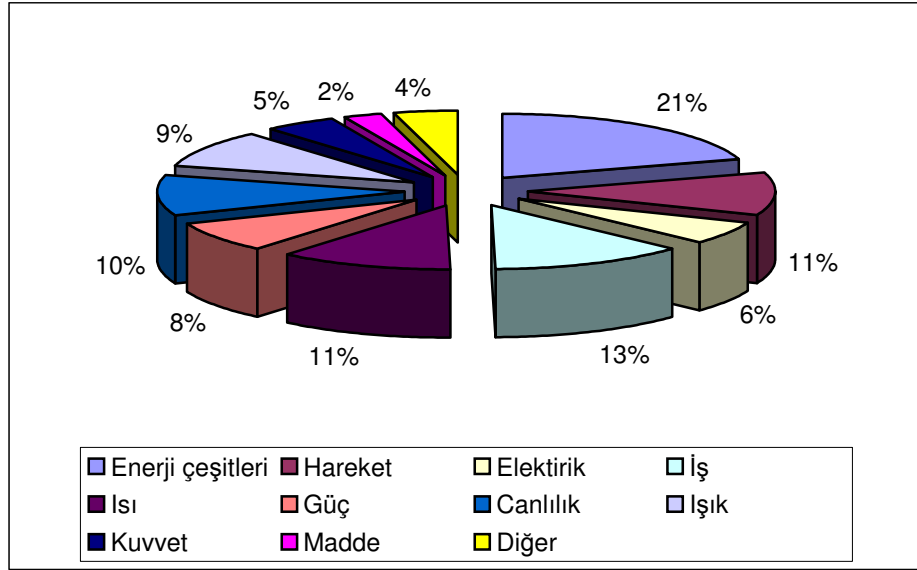
Şekil 4.13 KAT-2 1. Sorusunun 3. Kısmının Fen Disiplinleri Boyutunda Analizi

1. ve 2. açıklamalardan farklı olarak ilköğretim öğrencilerinin 3. açıklamaları daha çok biyoloji alanını (% 34) içine alan kavramları içermektedir (Şekil 4.12). Buna karşılık üniversite öğrencilerinin (Şekil 4.13) daha çok fizik alanı kapsamındaki açıklamalarda bulunma eğilimleri bu kısımda da devam etmektedir. Bu oran % 59 düzeyindedir.

İlköğretim ve üniversite düzeyindeki yer alan öğrencilerin enerji kavramıyla ilişkilendirdikleri ilk üç kavramın, kavram ve disiplin alanları analizinden sonra, öğrencilerin birinci, ikinci ve üçüncü çağrışımları sıra gözetilmeksizin birlikte değerlendirilerek kavram boyutunda sırasıyla Şekil 4.14, Şekil 4.15' te, disiplin alanları boyutuyla da Şekil 4.16 ve Şekil 4.17' de genel bir bakış sağlanmaya çalışılmıştır.

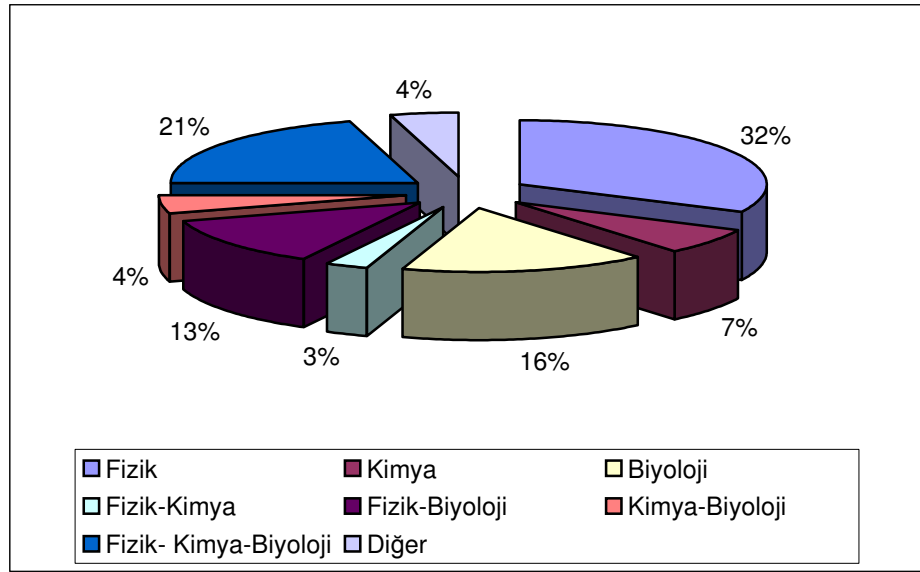


Şekil 4.14 KAT-1 1. Sorusunun Kavram Boyutunda Analizi (Genel)

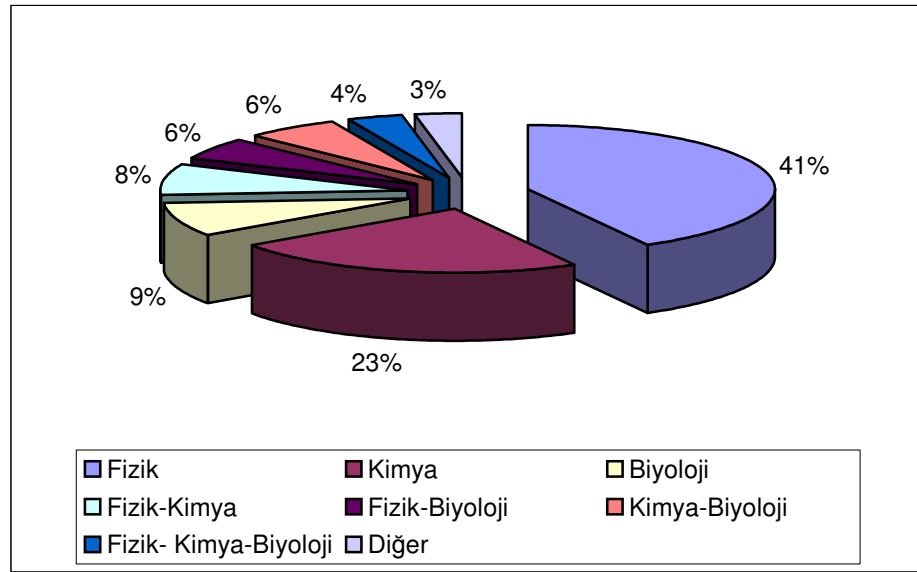


Şekil 4.15 KAT-2 1. Sorusunun Kavram Boyutunda Analizi (Genel)

Genel olarak değerlendirme göz önünde bulundurulduğunda (Şekil 4.14 ve Şekil 4.15) ilköğretim öğrencileri enerji kavramı ile genel olarak elektrik (% 15), canlılık (% 13), ışık (% 12), hareket (% 11) kavramlarını, üniversite öğrencileri ise enerji çeşitleri (% 21), ışık (% 13), ısı (% 11), canlılık (% 10) kavramlarını ilişkilendirdikleri tespit edilmiştir.



Şekil 4.16 KAT-1 1.Sorusunun Fen Disiplinleri Boyutunda Analizi (Genel)



Şekil 4.17 KAT-2 1.Sorusunun Fen Disiplinleri Boyutunda Analizi (Genel)

Kavram boyutunda yapılan genel analizin değerlendirilmesinde olduğu gibi disiplin alanları açısından yapılan değerlendirmede I., II. ve III. kısımlarla ilgili yapılan analizlerin izlerini taşımaktadır. Burada her iki öğrenim düzeyi için % 32 ve % 41 oranlarıyla her iki grup düzeyi içinde fizik alanının ön plana çıktığı görülmektedir. Alan bazında yapılan genel bu değerlendirme, Biyoloji alanına ait kavramları için ilköğretim grubunun (% 16) üniversite grubuna (% 9) göre, Kimya alanına ait kavramların ise üniversite (% 23) grubunun ilköğretim grubuna (% 7)

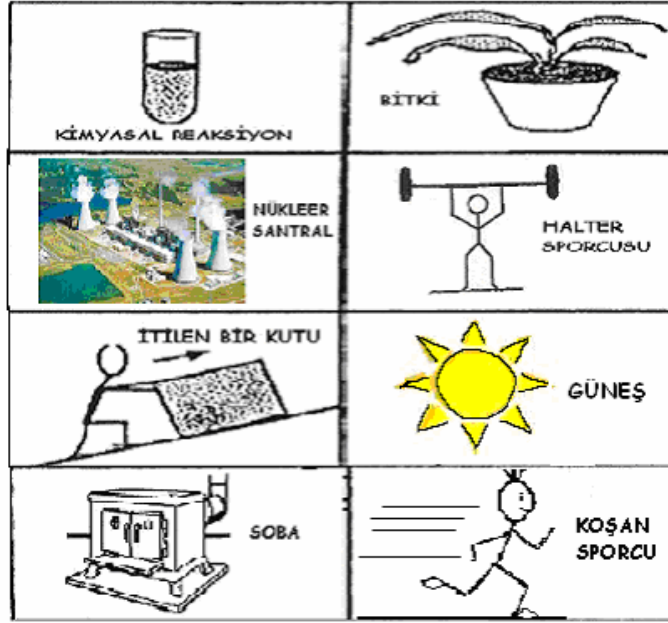


göre daha fazla enerji kavramıyla ilişkilendirildiği tespit edilmiştir (Şekil 4.16 ve Şekil 4.17).

#### **4.1.2 İlköğretim 8. Sınıf ve Üniversite Öğrencilerine Uygulanan Kavramsal Anlama Testlerinin 2. Sorusuna Ait Bulgular**

Kavramsal anlama testlerinde çoktan seçmeli soru olma özelliğine sahip 2. soru, enerji kavramıyla ilgili 8 resmi içermektedir. Bu resimlerin enerji kavramıyla ilgili bir durum içerip-içermediğinin öğrenciler tarafından düşünülmesi istenmiştir. Ayrıca bu soruda 8 resimden üç tanesinin seçilmesinde sıra öneminin gözetilmesi belirtilmiştir. Nicel olarak değerlendirmeye alınan bu soru Şekil 4. 18' de verilmiştir. Öğrencilerin (ilköğretim ve üniversite) seçimleri aşağıda şekiller yardımı ile verilmektedir (Şekil 4.19' dan Şekil 4.24' e kadar)

2) Aşağıda 8 durumla ilgili resimler bulunmaktadır. Her bir resmin "enerji" kavramıyla ilgili bir durum içerip içermediğini düşünerek, bunlardan "enerji" kavramının geçtiği ve en iyi açıklayabileceğiniz 3 resim seçiniz.

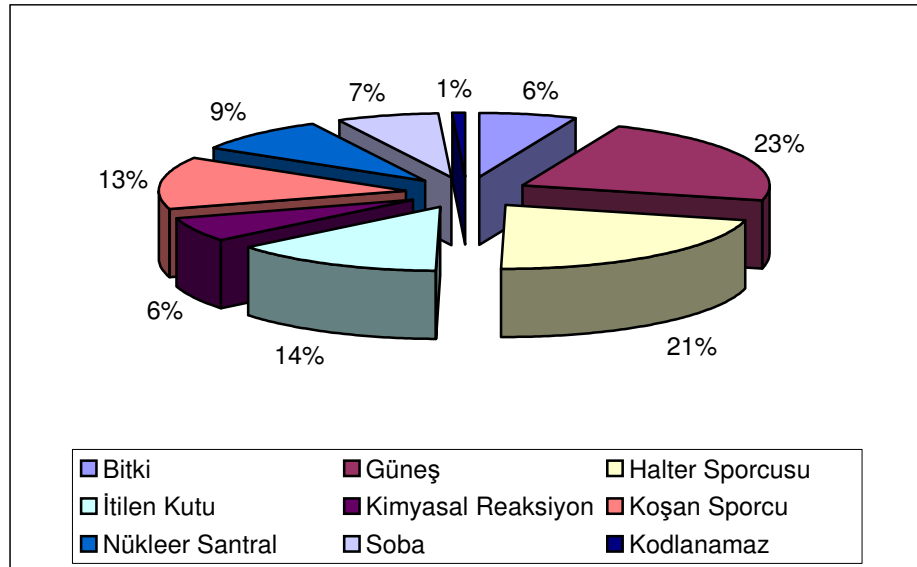


Seçtiğim birinci Resim; .....

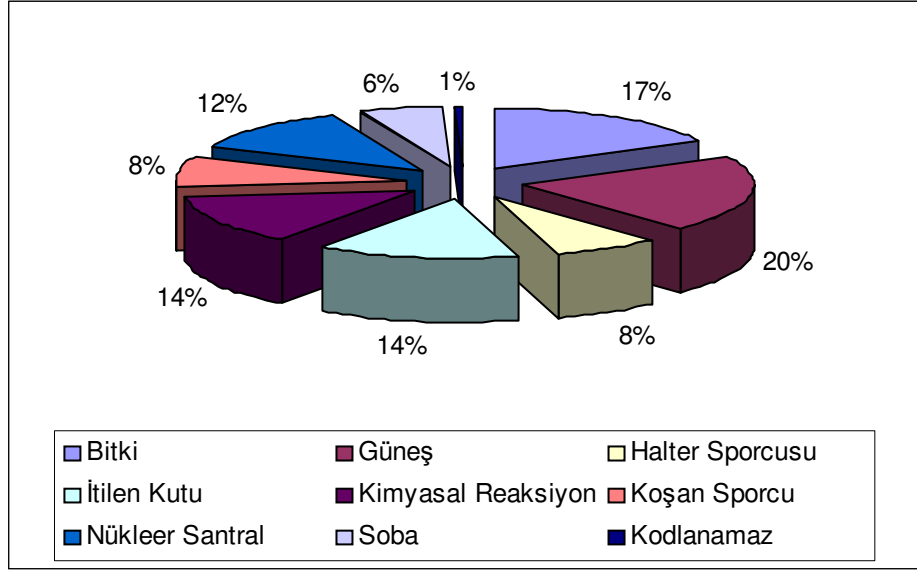
Seçtiğim İkinci resim;.....

Seçtiğim Üçüncü resim;.....

Şekil 4.18 KAT-1 ve KAT-2’de Yer Alan 2. Soru



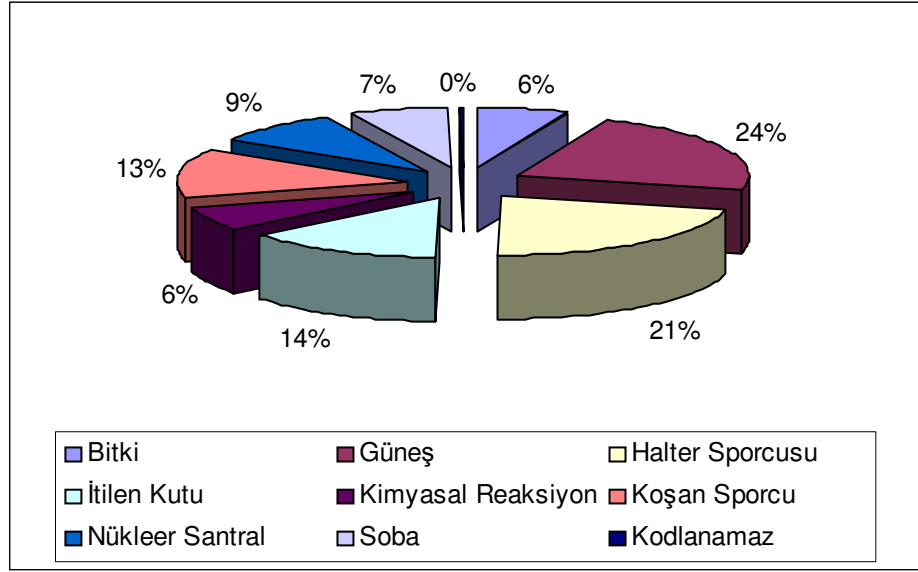
Şekil 4.19 KAT-1 2. Soruya Ait Yapılan İlk Resim Seçiminin Analizi



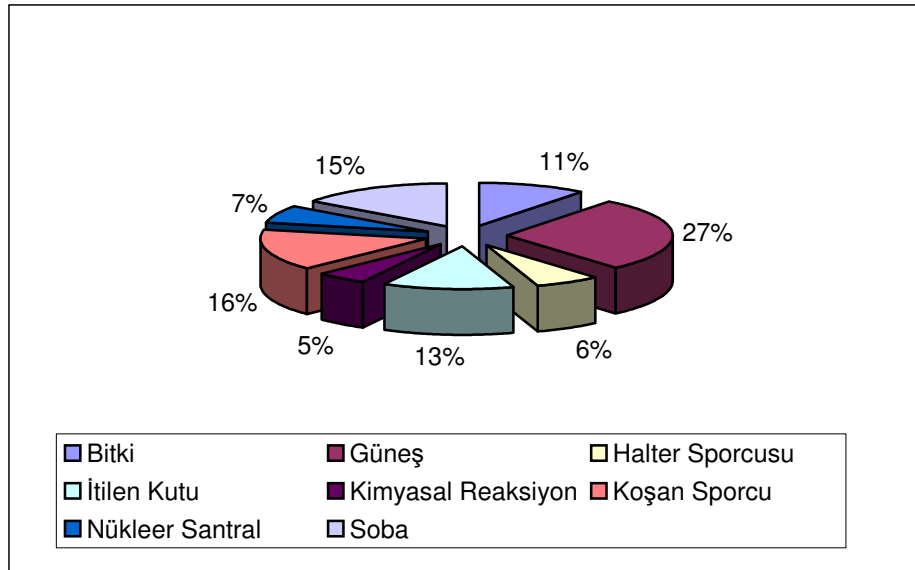
Şekil 4.20 KAT-2 2. Soruya Ait Yapılan İlk Resim Seçiminin Analizi

Şekil 4.19 ve Şekil 4.20' de görüldüğü gibi gerek ilköğretim gerekse üniversite öğrencileri, verilen resimlerden en yüksek oranla Güneş' i tercih etmişlerdir (% 23 ve % 20). Öğrencilerin dikkate değer oranda diğer seçimlerine bakıldığında ilköğretimde halter sporcusu (% 21), itilen kutu (% 14) ve koşan sporcu (% 13) resimlerinin, üniversite grubunda ise bitki (% 17), kimyasal reaksiyon (% 14), itilen kutu (% 14) ile nükleer santral (% 12) resimlerinin ön plana çıktığı görülmektedir. Buradan ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin enerji kavramına, gelişim dönemlerine paralel olarak daha çok günlük yaşamdaki olay ve aktivitelerin (halter, itilmek, spor vs.) etkisinde kalarak yer verdikleri; buna karşılık üniversite öğrencilerinin enerji kavramını bilimsel ve fen alanları açısından da düşündükleri (kimyasal reaksiyon, nükleer santral) gözlenmiştir.

Şekil 4.21 ve Şekil 4.22' de göre ilköğretim ve üniversite öğrencilerinin enerji kavramı ile çağrıştırdıkları ikinci resim seçimlerine ait grafikler verilmektedir. İlk seçimlerinde olduğu gibi her bir gruba ait örneklemin yaklaşık 4' te 1' i enerji kavramı ile en iyi açıklayabilecekleri resmin Güneş olduğu düşüncesindedirler.

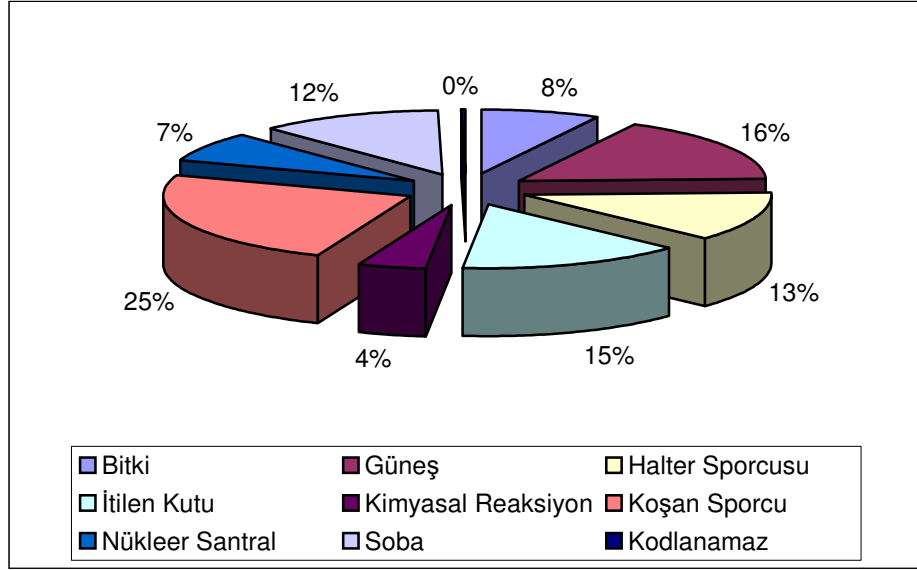


Şekil 4.21 KAT-1 2. Soruya Ait Yapılan İkinci Resim Seçiminin Analizi

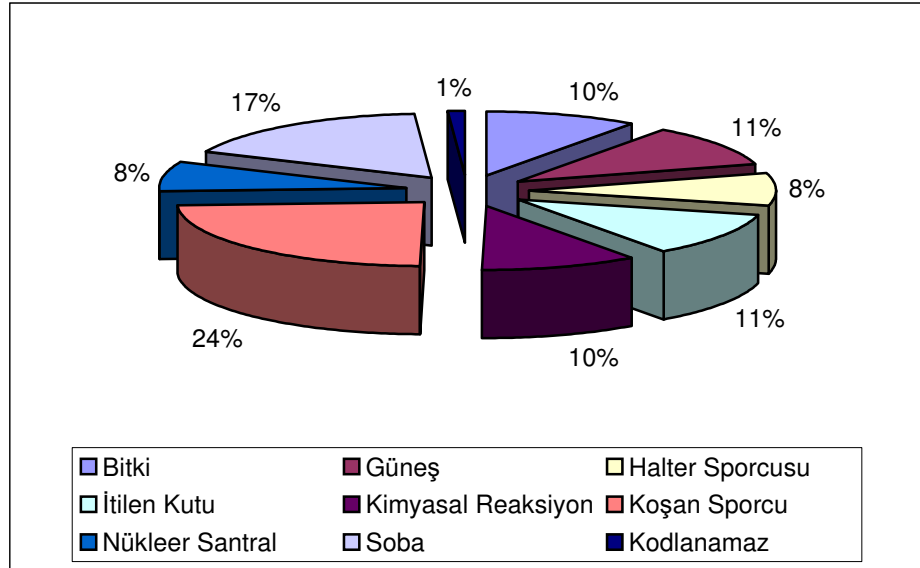


Şekil 4.22 KAT-2 2. Soruya Ait Yapılan İkinci Resim Seçiminin Analizi

Şekil 4.23 ve Şekil 4.24' te görüldüğü gibi ilköğretim ve üniversite öğrencilerinin ilk ve ikinci tercihlerinde en yüksek yüzdeyle yer alan Güneş üçüncü tercihleri gösteren bu grafiklerde yerini *koşan sporcu* resmine bırakmıştır. Ayrıca ilköğretim öğrencilerinin üçüncü seçimlerinde de bitki (% 8), nükleer santral (% 7) ve kimyasal reaksiyon (% 4), resimlerinin sahip olduğu düşük oran dikkat çekicidir.



Şekil 4.23 KAT-1 2. Soruya Ait Yapılan Üçüncü Resim Seçiminin Analizi



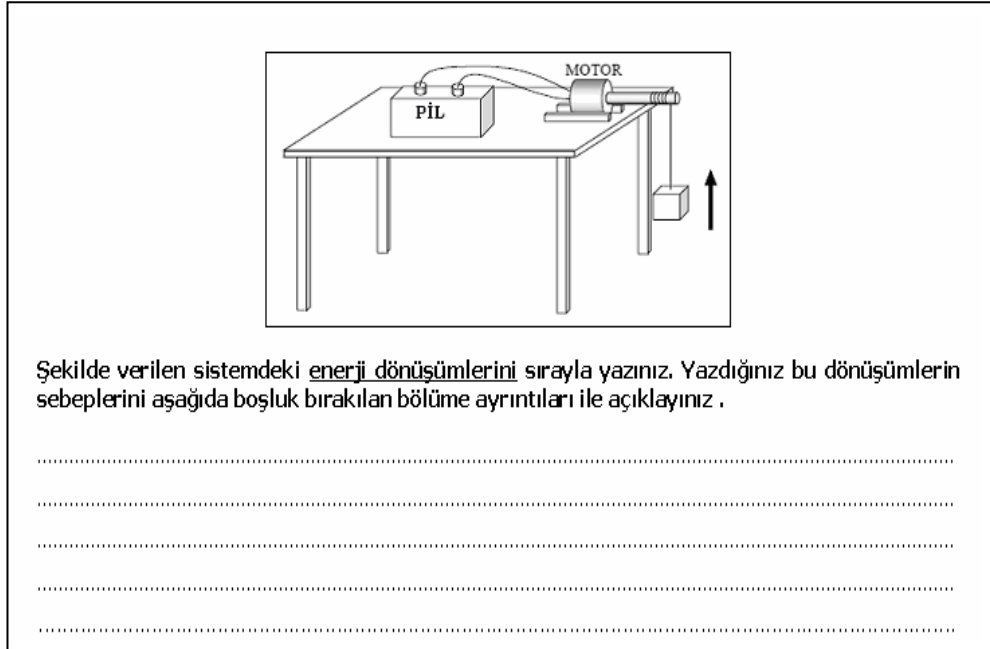
Şekil 4.24 KAT-2 2. Soruya Ait Yapılan Üçüncü Resim Seçiminin Analizi

### 4.1.3 İlköğretim 8. Sınıf ve Üniversite Öğrencilerine Uygulanan Kavramsal Anlama Testlerinin 3. Sorusuna Ait Bulgular

Kavramsal anlama testlerinde iki aşamalı bir soru olarak yer alan 3. soruda, öğrencilerden soru ile birlikte verilen şekildeki sisteme ait enerji dönüşümlerini sırayla

yazmaları istenmektedir. Bunu yaparken öğrencilerden enerji kavramını kullanmalarını, bunun yanında enerji aktarımına değinerek enerji çeşitlerini de belirtmeleri ve son olarak enerji dönüşümleri temelinde açıklamalar getirmeleri beklenmektedir. Sorunun tam doğru yanıtı, “Pildeki, kimyasal reaksiyon sonucu açığa çıkan kimyasal enerji, iletken tellerde elektrik akımı oluşturacak şekilde elektrik enerjisine dönüşür. Tellerde akan akım, motoru çalıştırmak üzere motora gelir ve motorda hareket enerjisine dönüşerek motorun milinin çalışmasını sağlar. Harekete geçen mile bağlı ipin ucuna asılı cisim düşey düzlemde hareket ederek potansiyel enerji kazanır. Böylelikle hareket enerjisi potansiyel enerjiye dönüşmüş olur.” ifadesidir.

(Kimyasal enerji → Elektrik enerjisi → Kinetik Enerji → Potansiyel enerji)

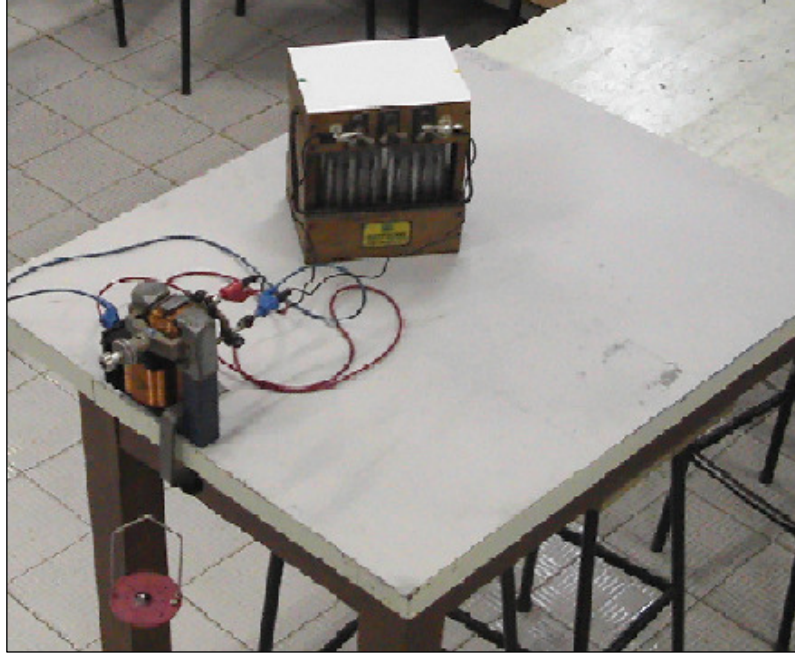


Şekil 4.25 KAT-1 ve KAT-2’de Yer Alan 3. Soru

Bu bağlamda kavramsal anlama testinde fizik alanına ait bulunan bu soru Şekil 4.25’ te verilmektedir. Tablo 4.1’ de ilköğretim, Tablo 4.2’ te de üniversite öğrencilerinin bu soruya verdiği yanıtlara göre oluşturulan analiz tabloları ve buna ilişkin yapılan yorumlar sırası ile sunulmaktadır.

Ayrıca öğrencilerin yanıtları doğrultusunda hazırlanan analiz tabloları göz önüne alınarak örneklemden seçilen öğrencilerle yapılan yarı-yapılandırılmış

görüşmelerde, kavramsal anlama testinde yer alan düzenek Şekil 4.26’ da görüldüğü gibi laboratuvar ortamında aynen kurularak kullanılmış ve bu şekilde yanıtların derinlemesine incelenmesi fırsatı yakalanmaya çalışılmıştır.



Şekil 4.26 KAT-1 ve KAT-2’de Yer Alan 3: Soru İçin Kurulan Düzenek

Bu alt başlığın son bölümünde de, yapılan bu görüşmeler de kullanılarak, ilköğretim ve üniversite öğrencilerinin yanıtları baz alınarak karşılaştırılmalı yorumlara yer verilmiştir.

Tablo 4.1 İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin KAT-1' in 3. Sorusuna Verdikleri Yanıtlar

Düzyey	Yanıt Kategorileri	Frekans	
		N	(% )
<b>A</b>	<b>Bilimsel anlamda kabul edilebilecek yanıtlar.</b>		
1	Enerji dönüşümleri ve bu dönüşümlerin sebeplerinin tam ve doğru olduğu ifadeler.	0	0
2	Enerji dönüşümleri ve bu dönüşümlerin sebeplerinin eksik ama açıklanan kısımlarıyla bilimsel olarak kabul edilebilir ifadeler. Pildeki kimyasal enerji ile teller yardımıyla elektrik enerjisine, elektrik enerjisi motorda hareket enerjisine dönüşür, bu enerjiyle çubuk döner ve cisim yukarı doğru çıkar.	1	0.37
3	Enerji dönüşümlerinin eksik olduğu ve bu dönüşümlerin sebeplerine yönelik açıklama içermeyen ifadeler. Elektrik enerjisi hareket enerjisine, hareket enerjisi potansiyel enerjiye dönüşür	106	39.71
<b>Toplam</b>		<b>107</b>	<b>40,08</b>
<b>B</b>	<b>Enerji dönüşümlerinin eksik veya yanlış olup, bu dönüşüme ilişkin açıklamaların bilimsel olarak kabul edilemeyeceği ifadeler.</b>		
1	Enerji dönüşümleri ve bu dönüşümlerin sebeplerinin eksik ve açıklamalarının bilimsel olarak kabul edilemeyeceği ifadeler. Pildeki kimyasal enerji motorun çalışmasını motor çalıştıkça çubuğun devir daim yapıp kutunun yukarı çıkmasına neden olur. Bu sırada potansiyel enerji artar.	26	9.74
2	Enerji dönüşümlerinden yanlış bahsedilen ve bilimsel olarak kabul edilemeyecek ifadeler. Pilde kimyasal enerji vardır. Bu kablolardan geçerken mekanik enerjiye dönüşür. Motorla elektrik enerjisine dönüşür. Daha sonra hareket enerjisine dönüşür.	54	20.22
<b>Toplam</b>		<b>80</b>	<b>29.96</b>
<b>C</b>	<b>Enerji kavramı veya enerji dönüşümlerinden bahsedilmeyen ifadeler.</b>		
1	Enerji dönüşümlerinden bahsedilmeyip bilimsel bir açıklama da içermeyen ifadeler. Pildeki enerji türü motoru etkiler ve <u>motora geçen enerji</u> ağırlığı yukarı kaldırmamıza yardımcı olur	22	8.24
2	Enerji kavramı kullanılmadan verilen ifadeler. Pil sayesinde motor çalışıyor, motora bağlı olarak çubuk dönüyor. Çubuğa bağlı ipin ucunda cisimde bu sayede yukarı-aşağı doğru hareket ediyor.	27	10.11
<b>Toplam</b>		<b>49</b>	<b>18.35</b>
<b>D</b>	<b>Kodlanamaz</b>	<b>20</b>	<b>7.49</b>
<b>E</b>	<b>Yanıt yok</b>	<b>11</b>	<b>4.12</b>
	<b>Toplam</b>	<b>267</b>	<b>100</b>

Tablo 4.1' de görüldüğü gibi ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin hiçbiri kavramsal anlama testinin 3. sorusuna bilimsel olarak tam ve doğru kabul edilebilecek yanıtlar verememişlerdir. Verilen cevaplar değerlendirildiğinde öğrencilerin % 0.37' si gibi düşük bir oranı “*motorda oluşan kinetik enerjinin, harekete geçen mile bağlı ipin ucuna asılı cismi kaldırmasıyla potansiyel enerjiye*



*dönüşmesine”* yani kimyasal enerjiden potansiyel enerjiye kadar olan dönüşüm evrelerinin son basamağını oluşturan kinetik enerjinin potansiyel enerjiye dönüşüm evresine değinmemişlerdir. Bununla ilgili olarak görüşmelerden elde edilen veriler aşağıda sunulmaktadır.

**Görüşmeci:** (Şekil 4.26’ daki sistem çalıştırılıyor) Yük ile ilgili ne gözlüyorsun söyleyebilir misin?

**Öğrenci 4 (ilköğretim):** Öğretmenim kefe yukarı doğru kalkıyor.

**Görüşmeci:** Peki, o kefeyi yukarı kaldıran nedir?

**Öğrenci 4 (ilköğretim):** Hımm!

**Görüşmeci:** Kendi kendine mi kalkıyor dersin?

**Öğrenci 4 (ilköğretim):** Hayır, öyle değil ama tam hatırlamıyorum, aşağı inerken birisi yukarı çıkarken birisiydi ama potansiyel ve kinetik enerji olabilir.

**Öğrenci 4 (ilköğretim):** Motordan gelen enerji olabilir mi?

**Görüşmeci:** Nasıl, biraz açıklar mısın?

**Görüşmeci:** Söz ettiğin enerjinin kaynağı nedir ?

**Öğrenci 4 (ilköğretim):** Pilden geldi, hepsinin kaynağı pil, pildeki kimyasal enerjisidir.

**Görüşmeci:** Peki motorda ne gibi bir enerji var?

**Öğrenci 4 (ilköğretim):** Hareket yani kablolarla elektrik harekete dönüştü.

**Görüşmeci:** Peki bu hareket enerjisi daha sonra başka bir enerjiye dönüşüyor mu?

**Öğrenci 4 (ilköğretim):** Hayır, cismi kaldırıyor işte.

Öğrencilerin % 39.71’ i ise soruda bulunan enerji dönüşümlerine cevaplarında doğru ama bir yada birkaç enerji çeşidini belirtmeyerek eksik yer vermiş ve bu doğrularına dair herhangi bir açıklama getirememiş durumdadırlar. Örneğin 142 kod numaralı öğrencinin yanıtında olduğu gibi “ *Pildeki kimyasal enerji elektrik enerjisine çevriliyor, motorda da elektrik enerjisi kinetik enerjiye çevriliyor*” ifadesiyle eksik enerji dönüşümünden bahsedilmiş ya da hangi devre elemanlarında

bu dönüşümün gözleneceği açıklanmamıştır. Bu duruma ilişkin görüşme kayıtlarından elde edilen veriler aşağıda sunulmaktadır.

**Görüşmeci:** (Şekil 4.26' daki sistem çalıştırılıyor) Pilde ne tür bir enerji var, söyleyebilir misin?

**Öğrenci 8 (ilköğretim):** Pilde motoru çalıştırıp yükü kaldıran bir enerji vardır.

**Görüşmeci:** Peki burada bir enerji türünden söz edemez miyiz?

**Öğrenci 8 (ilköğretim):** Evet, Pilde kimyasal enerji var ve bu daha sonra asılan yük üzerinde potansiyel enerjiye dönüşmektedir.

**Görüşmeci:** Motor için ne diyeceksin?

**Öğrenci 8 (ilköğretim):** Orada da var gibi, elektrik enerjisi olabilir!

**Görüşmeci:** Peki bu bahsettiğin dönüşümler nasıl gerçekleşiyor?

**Öğrenci 8 (ilköğretim):** Kendiliğinden!

**Öğrenci 4 (ilköğretim):** Tam bilmiyorum!

Öte yandan enerji dönüşümlerini eksik ya da yanlış açıklayan öğrencilerin % 20.22' si “*elektrik motorunda enerjinin hareket enerjisi yerine elektrik enerjisine dönüştüğü ve cisim yukarı çıkarken potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüştüğü*” gibi yanıtlarla enerji dönüşümlerine yanlış ya da ters olarak yorum getirmektedir. Kısaca bu grupta temel problemin enerji dönüşümlerinin yanlış ifade edilmesi ya da enerji aktarımının kavranmaması (% 9.74) olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca bu grupta enerji dönüşümünün cismin sahip olduğu enerjisinin artması ya da azalması olarak anlaşıldığı görülmektedir.

**Görüşmeci:** (Şekil 4.26' daki sistem çalıştırılıyor) Yükün yukarı doğru hareketini enerji açısından açıklayabilir misin?

**Öğrenci 7 (ilköğretim):** Yük dururken potansiyel enerjiye sahip, cisim yukarı çıkmaya başlayınca hız kazandığı için kinetik enerjiye dönüşür bu enerji.

**Öğrenci 9 (ilköğretim):** Aşağı inerken birisi yukarı çıkarken birisiydi ama potansiyel ve kinetik olabilir.

**Görüşmeci :** Mesela yukarı çıkarken hangisi?

**Öğrenci 9 (ilköğretim):** Karıştırıyorum onları, ama kinetik enerjisi var diyebilirim.

Öğrenci yanıtlarının analizinde % 18.35' e denk düşen öğrenci grubu ise yanıtlarında enerji ve/veya enerji dönüşümlerinden hiç bahsetmemektedir. Bu gruptaki öğrencilerin % 10.11' i enerji dönüşümlerini “*Pil sayesinde motor çalışıyor.... , ...cisimde bu sayede yukarı-aşağı doğru hareket ediyor.*” yanıtında olduğu gibi günlük dilde kullanılan, sayesinde, bağıyla, vesilesiyle vb. ibareleriyle açıklamaya çalışmışlardır. Bu grupta enerji türü verilmediği gibi aynı zamanda da “*motora geçen enerji*” ifadesiyle de öğrenciler enerjinin pilden motora nasıl geçtiğini, iletimin nasıl olduğunu açıklayamamaktadırlar. Buna yönelik örnek görüşme kaydı aşağıda verilmektedir. Bu kayıta ayrıca öğrencinin güç ile enerji arasında bir ayrıma gidemediği ve günlük hayatta karşılaştığı bir çok olayı kendine göre bilimsel olmayan bir şekilde açıkladığı görülmektedir.

**Görüşmeci:** (Şekil 4.26' daki sistem çalıştırılıyor) Yükün yukarı doğru hareketini enerji açısından açıklayabilir misin?

**Öğrenci 2 (ilköğretim):** Öğretmenim pildeki enerji motoru çalıştırdı, motorda çalışarak su motoru gibi düşünürsek eğer yükü kaldırmış oldu.

**Görüşmeci:** Biraz daha açıklar mısın? Motora pilden nasıl bir enerji geliyor?

**Öğrenci 2 (ilköğretim):** Güç geliyor, saatimizi çalıştıranda pilin gücüdür ya, burada o güç motora verildi, motorda bisiklet dinamosunun farı yaktığı gibi bu da cismi kaldırıyor.

Örneklemin % 7.49 ile kodlanamaz yanıtlar kategorisine düşen ve içerdiği değer açısından hayli yüksek kabul edilebilecek bir oranı oluşturan bu öğrenci yanıtlarında ise gerek dil açısından anlamlı bir ifadeyi oluşturmayan kelime veya kelimeler gerekse soru ile ilgisiz gayri ciddi cümlelerin kullanıldığı görülmüştür. 220 kod numaralı öğrencinin “*enerji canı isterse her şeye dönüşebilir*” ifadesi bu kategoriye örnek olarak verilebilir.

Tablo 4.2' de kavramsal anlama testinin ilk sorusuna üniversite öğrencilerin % 23.92 si bilimsel olarak kabul edilebilecek yanıtlar verdikleri görülmektedir. A1 den A4' e kadar olan bu kısım, tabloda hiyerarşik olarak verilmiştir. Hiyerarşide en iyi yanıt olarak değerlendirebileceğimiz öğrenci yanıtları % 5.32' lik kısmı oluşturmakta olup, bu grupta yer alan öğrenciler enerji çeşitlerini ve bu enerjilerin birbirlerine dönüşümlerini açıklamalarında tam ve doğru olarak ifade etmişlerdir. Buna ilişkin 11 kod numaralı öğrenci ile yapılan görüşme kaydından bir kesit aşağıda sunulmaktadır.

**Görüşmeci:** (*Şekil 4.26' daki sistem çalıştırılıyor*) Sistemde meydana gelen durumu enerji açısından yorumlayabilir misin?

**Öğrenci 11 (üniversite):** Pildeki kimyasal enerji elektronlara aktarılarak orada bir akım oluşturulmasını sağlar öğretmenim ve daha sonra bu kimyasal enerji elektrik enerjisine dönüşür. Ayrıca akım motorda elektromanyetik bir kuvvet oluşturarak çalışmasını sağlar ve böylece de hareket enerjisi elde ediliyor. Bu hareket enerjisi ve motora bağlı silindirik yapıya bağlanan tel yardımıyla yük kalkar ve bu yük potansiyel enerji kazanmış olur.

Yine "A2" düzeyinde yer alan bir başka yanıt grubunda ise öğrencilerin % 10.63' ü, "*Pildeki kimyasal enerji elektrik enerjisine, motorda elektrik enerjisi kinetik enerjiye bu sayede yük potansiyel enerji kazanarak kalkar.*" örnek cevabında olduğu gibi enerjinin dönüşüm aşamalarını doğru olarak ifade edebilmekte, fakat bu durumun sebebini açıklayamamaktadırlar.

Tablo 4.2 Üniversite Öğrencilerinin KAT-2' nin 3. Sorusuna Verdikleri Yanıtlar

Düzyey	Yanıt Kategorileri	Frekans	
A	Bilimsel anlamda kabul edilebilecek yanıtlar.	N	(%)
1	<b>Enerji dönüşümleri ve bu dönüşümlerin sebeplerinin tam ve doğru olduğu ifadeler.</b>	16	5.32
	Pildeki kimyasal enerji elektronlara aktarılıp akım oluşturarak elektrik enerjisine dönüşür. Akım motorda elektromanyetik kuvvet oluşturup, motoru çalıştırarak hareket enerjisi elde ediliyor. Bu hareket enerjisiyle mile dolanan iple cisim yukarı kalkarak potansiyel enerji kazanıyor.		
2	<b>Enerji dönüşümlerinin tam ve doğru olduğu ancak sebeplerine yönelik açıklama taşımayan ifadeler.</b>	32	10.63
	Pildeki kimyasal enerji elektrik enerjisine, motorda elektrik enerjisi kinetik enerjiye dönüşerek yükün potansiyel enerji kazanarak kalkmasına sebep olur..		
3	<b>Enerji dönüşümleri ve bu dönüşümlerin sebeplerinin eksik ama açıklanan kısımlarıyla bilimsel olarak kabul edilebilecek ifadeler.</b>	18	5.98
	Pildeki kimyasal enerji ile elektronların hareketini sağlar, elektronların hareketi telden akımın geçmesini, akımın geçmesi motorun içinde bir manyetik alan oluşumundan kaynaklanan bir dönme hareketinin meydana gelmesine neden olur. Dönme hareketi ile kutu yukarı çıkarılarak potansiyel enerji kazanmış olur.		
4	<b>Enerji dönüşümlerinin eksik olduğu ve sebeplerine yönelik açıklama içermeyen ifadeler.</b>	6	1.99
	Kimyasal enerji elektrik enerjisine elektrik enerjisi hareket enerjisine dönüşür		
<b>Toplam</b>		<b>72</b>	<b>23.92</b>
<b>B</b>	<b>Enerji dönüşümlerinin eksik olup, bu dönüşüme ilişkin açıklamaların bilimsel olarak kabul edilemeyen ifadeler..</b>		
1	<b>Enerji dönüşümleri ve bu dönüşümlerin sebepleri eksik ayrıca açıklanan kısımlarıyla bilimsel olarak kabul edilemeyenler.</b>	104	34.55
	Pildeki kimyasal enerji motorda dönmeye sebep oluyor. O da dönerek çektiği kütlede bir potansiyel enerji oluşturuyor.		
2	<b>Enerji dönüşümlerinden yanlış bahsedilen ve bilimsel olarak kabul edilemeyecek ifadeler.</b>	22	7.32
	Burada pilde varolan enerjiyi harekete geçiririz. Pilden aldığımız mekanik enerjiyi motora iletiriz. Bu motorda pildeki enerjiyi potansiyel enerjiye çevirerek kutuyu kaldırır.		
<b>Toplam</b>		<b>126</b>	<b>41.87</b>
<b>C</b>	<b>Enerji kavramı veya enerji dönüşümlerinden bahsedilmeyen ifadeler.</b>		
1	<b>Enerji dönüşümlerinden bahsedilemeyip bilimsel bir açıklama da içermeyen ifadeler.</b>	91	30.23
	Pil içindeki enerjiyle motorun çalışmasını sağlıyor. Çalışan motorda kendisinde oluşan enerjiyle yükü kaldırıyor.		
2	<b>Enerji kavramı kullanılmadan verilen ifadeler.</b>	5	1.66
	Pil motoru çalıştırır, motorda çubuğu döndürür ve bir iş yapılır. Çıkrıktaki gibi çubuk dönerek cismi yukarı çeker.		
<b>Toplam</b>		<b>96</b>	<b>31.89</b>
<b>D</b>	<b>Kodlanamaz</b>	<b>5</b>	<b>1,66</b>
<b>E</b>	<b>Yanıt yok</b>	<b>2</b>	<b>0,66</b>
<b>Toplam</b>		<b>301</b>	<b>100</b>

Öte yandan soruya verilen yanıtların % 41.87' ini oluşturan B kategorisinde öğrenciler soruya ait enerji dönüşümlerinin bütünlüğünü gözden kaçırarak, yanıtlarında enerji çeşitlerinin bir ya da birkaçına eksik yer vermiş veya yanlış açıklamış olup, buna ilişkin açıklamalarında ise bilimsellikten çok “*pil motoru çalıştırır*” şeklinde görünür fiziki olay tasvirine yönelmeleri dikkat çekmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta pildeki kimyasal enerjinin nasıl olup da motoru döndürdüğü ve bu dönen motorunda çektiği kütleye potansiyel enerji aktardığıdır. Kısaca öğrenciler kimyasal enerjinin potansiyel enerjiye dönüşümünü açıklayamamaktadırlar. Bu ise kimyasal enerjinin potansiyel enerjiye dönüşüm sürecinde yer alan diğer enerji türlerinin (elektrik enerjisi, hareket enerjisi) kavranmadığı anlamını taşımaktadır. Aşağıda öğrencilerde tespit edilen bu eksikliğe örnek olabilecek 5 kod numaralı öğrenci ile yapılan görüşmeden bir kesit verilmektedir.

**Görüşmeci:** (*Şekil 4.26' daki sistem çalıştırılıyor*) Sisteme ait enerji çeşitlerini söyleyebilir misin?

**Öğrenci 5 (üniversite):** Kimyasal enerji, mekanik enerji,

**Görüşmeci:** Peki burada yükü kaldıran nedir?

**Öğrenci 5 (üniversite):** Kimyasal enerjiyle mekanik enerji kazanılıyor o da cisme potansiyel enerjisi kazandırarak cismin yer değiştirmesini sağlıyor.

**Görüşmeci:** Mekanik enerji dediğin nedir?

**Öğrenci 5 (üniversite):** Motorun dönme hareketidir.

Öğrencilerin yaklaşık üçte biri (% 31.89) ise yanıtlarında enerji veya enerji dönüşümlerinden hiç söz etmemişlerdir. Bu grupta % 30.23 yanıt yüzdesi ile yer alan öğrenciler verdikleri yanıtlarda, “*çalışan motorda enerji vardır*” tümcesindeki gibi sistem elemanlarının işlevleri üzerinde durarak; enerji dönüşümlerinin geçtiği bütüncül ve bilimsel bir bakış açısı sergileyememektedirler.

İlköğretim 8. sınıf ve üniversite öğrencilerinin aynı soruya verdikleri yanıtlara ilişkin bulguların sunumundan sonra Tablo 4.3' te bu iki grubun ortak olan üst

temalar bağlamında yanıt yüzdelerinin karşılaştırması tek tabloda verilerek sonucun yorumlanmasına gidilmiştir.

Tablo 4.3 İlköğretim ve Üniversite Öğrencilerinin KAT-1 ve KAT-2' nin. 3. Sorusuna Verdikleri Yanıtların Karşılaştırılması

Düzyey	Yanıt Kategorileri	İlköğretim (%)	Üniversite (%)
<b>A</b>	<b>Bilimsel anlamda kabul edilebilecek yanıtlar</b>		
<b>A1</b>	Enerji dönüşümlerini ve bu dönüşümlerin sebeplerinin tam ve doğru olduğu ifadeler.	<b>0</b>	<b>5.32</b>
<b>A2</b>	Enerji dönüşümlerinin tam ve doğru olduğu ancak sebeplerine yönelik açıklama taşımayan ifadeler.	<b>0.37</b>	<b>10.63</b>
<b>A3</b>	Enerji dönüşümleri ve bu dönüşümlerin sebeplerinin eksik ama açıklanan kısımlarıyla bilimsel olarak kabul edilebilecek ifadeler.	<b>39.71</b>	<b>5.98</b>
<b>A4</b>	Enerji dönüşümleri ve bu dönüşümlerin sebeplerinin eksik olduğu ve sebeplerine yönelik açıklama içermeyen ifadeler.	<b>-</b>	<b>1.99</b>
<b>Toplam</b>		<b>40.08</b>	<b>23.92</b>
<b>B</b>	<b>Enerji dönüşümlerinin eksik olup, bu dönüşüme ilişkin açıklamaların bilimsel olarak kabul edilemeyen ifadeler..</b>		
<b>B1</b>	Enerji dönüşümleri ve bu dönüşümlerin sebepleri eksik ayrıca açıklanan kısımlarıyla bilimsel olarak kabul edilemeyenler.	<b>9.74</b>	<b>34.55</b>
<b>B2</b>	Enerji dönüşümlerinden yanlış bahsedilen ve bilimsel olarak kabul edilemeyecek ifadeler.	<b>20.22</b>	<b>7.32</b>
<b>Toplam</b>		<b>29.96</b>	<b>41.87</b>
<b>C</b>	<b>Enerji kavramı veya enerji dönüşümlerinden bahsedilmeyen ifadeler.</b>		
<b>C1</b>	Enerji dönüşümlerinden bahsedilemeyip bilimsel bir açıklama da içermeyen ifadeler.	<b>8.24</b>	<b>30.23</b>
<b>C2</b>	Enerji kavramı kullanılmadan verilen ifadeler.	<b>10.11</b>	<b>1.66</b>
<b>Toplam</b>		<b>18.35</b>	<b>31.89</b>
<b>D</b>	<b>Kodlanamaz</b>	<b>7.49</b>	<b>1.66</b>
<b>E</b>	<b>Yanıt yok</b>	<b>4.12</b>	<b>0.66</b>
<b>Toplam</b>		<b>100</b>	<b>100</b>

Tablo 4.3' te de görüldüğü gibi ilköğretim öğrencilerinin yanıtlarının en yüksek orana sahip olanı A3 kategorisinde toplanırken, bu kategoride üniversite grubunun yanıt yüzdesi % 5,98 de kalmıştır. Bu kategoride öğrenciler sistemde var olan enerji dönüşümlerine eksik olarak değinmekte ama değindikleri kadarıyla da bilimsel geçerliliği olabilecek açıklamalar getirebilmektedirler. Yanıt türleri ve

görüşme kayıtları incelendiğinde genellikle en sıklıkla doğru olarak belirtilen enerji dönüşümünün, “*motordaki elektrik enerjisinin hareket enerjisine dönüşmesi*” olduğu görülmektedir. Bunun dışında üniversite öğrencilerinin yanıtlarının B1 ve C1 kategorilerinde yoğunlaştığı Tablo 4.3’ ten anlaşılmaktadır. Bilimsel açıdan bir değer taşımayan bu iki kategorinin üniversite düzeyinde % 64.78’ e varan toplam yanıt oranı, bu kategorilerde ilköğretim öğrencilerinin verdiği yanıt oranından (% 17.98) çok fazla olup öğrencilerin düzeyi göz önüne alındığında hayli dikkat çekicidir. Bu da çok temel bir enerji dönüşümü sorusunun ilköğretimden üniversite son sınıf düzeyine kadar her aşamada tatmin edici bir yanıtına ne ölçüde rastlanabileceği ihtimalini ortaya koymaktadır. Hemen hemen her öğrenci enerji kavramı ve enerji çeşitleri ile ilgili bir takım bilgileri sahip olmakla birlikte, bu bilgilerin deney düzeneği yardımıyla sorgulandığında mekanik ezberden öteye geçilememiş kopuk bilgi parçacıkları niteliğinde olduğu gözler önüne çıkmaktadır. Grup düzeyi ayırmaksızın, öğrencilerin bu bilgi parçacıklarına, deney düzeneği üzerinde görüşmeciler tarafından “*ne? nasıl? niçin? neden?*” soruları eşliğinde yapılan derinlemesine görüşmelerde sahip çıkmadıkları, açıklamalarını günlük yaşamlarındaki problemlerin çözüm süreçleri ile benzer tuttukları tespit edilmiştir. Laboratuvar ortamında kurularak çalıştırılan soruya ait sistemde yük yukarı yönde harekete geçmekte ve bu durumun gözlemlenmesi bilimsel anlamda kabul edilemeyecek yanıtların olduğu A3 kategorisinin altındaki kategorilerde yer alan “*harekete geçen yükü motor, motoru da pil çalıştırmıştır*” ya da “*pil motoru çalıştırdı sonrada yük kalktı*” türünden görünür fiziki olay açıklamalarını içeren ortak yanıt tümcelerini doğurmaktadır. Bu haliyle enerji aktarımı bilimsel geçerlilik açısından bir kenara bırakılmaktadır.

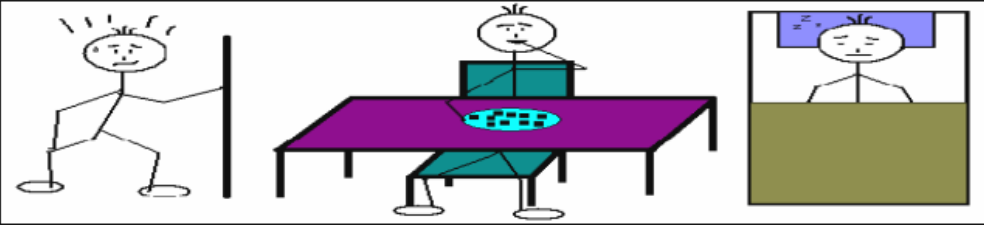
#### **4.1.4 İlköğretim 8. Sınıf ve Üniversite Öğrencilerine Uygulanan Kavramsal Anlama Testlerinin 4. Sorusuna Ait Bulgular**

Üç alt sorudan oluşan kavramsal anlama testinin 4. sorusunda, ilk alt soruda koşma eylemi ile kas sisteminde enerji açısından meydana gelen biyolojik değişimlerin sorgulanması amaçlanmaktadır. Araştırmacı tarafından beklenen tam doğru yanıtın “*Koşma ile birlikte kas hücreleri daha fazla çalışır ve enerji kullanımı*



normalden daha fazla olur. Bununla birlikte kaslarda oksijen miktarı ve, kandaki glikoz miktarı azalır ve kanda oksijen oranının düşmesine bağlı olarak ortaya çıkan enerji açığı oksijensiz solunumla kapatılır. Yan ürün olarak laktik asit meydana gelir. Beynin bu durumu algılamasıyla yorgunluk duygusu meydana gelir” ifadesi olduğu belirlenmiştir. Bu alt soru Şekil 4.27’ de verilmekte olup, soruya ilişkin ilköğretim ve üniversite öğrencilerinin yanıtları doğrultusunda hazırlanan analiz tabloları da sırasıyla (Tablo 4.4 ve Tablo 4.5) sunulmaktadır. Öğrencilerle yapılan görüşmelerden alıntılarla desteklenen analiz süreci, her iki öğrenim düzeyinin bu alt soru temelinde karşılaştırılmalı yorumlanması ile sona erdirilmiştir.

4) Gün boyunca, top ardında koşturan Ali acıktı ve yoruldu. Eve geldi, yemek yedi sonra uyudu.



Yukarıda Ali’ nin yaptığı altı çizili eylemler sırasıyla şekil halinde verilmiştir. Bu eylemleri “enerji” kavramı ile ilişkilendirerek, boş bırakılan bölüme sırasıyla ayrıntılı olarak açıklayınız.

Ali’ nin yorulmasının nedeni; .....

.....

.....

.....

Şekil 4.27 KAT-1 ve KAT-2’de Yer Alan 4. Sorunun İlk Alt Sorusu

Tablo 4.4 İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin KAT-1' in 4. Sorusunun İlk Sorusuna Verdikleri Yanıtlar

Düzyey	Yanıt Kategoriler	Frekans	
		N	(% )
<b>A</b>	<b>Bilimsel anlamda kabul edilebilecek tam yanıt.</b>		
1	Koşma ile birlikte kas hücreleri daha fazla çalışır ve enerji kaybı normalden daha fazla olur. Bununla birlikte kaslarda oksijen miktarı ve kandaki glikoz miktarı azalırken karbondioksit miktarı artar. Oksijen miktarı azaldığından dolayı enerji açığını kapamak için oksijensiz solunuma başvurulmasıyla yan ürün olarak laktik asit meydana gelir. Beynin bu durumu algılamasıyla yorgunluk duygusu meydana gelir.	0	0
<b>Toplam</b>		<b>0</b>	<b>0</b>
<b>B</b>	<b>Bilimsel olarak doğru ama eksik yanıtlar.</b>		
1	Ali gün boyunca koşunca ATP harcadı. Enerji kaslardaki laktik asit birikmesini gündeme getirdi ve bu yorulmaya neden oldu.	6	2.25
2	-Gün boyunca koştu ve burada enerji kaynağı besinlerdir. Onların vücutta azalması sonucu yorulmuştur. -Ali koşunca vücudunda oksijen azalıyor. Oksijensiz solunum yapıyor. Bu da onun yorulmasına neden oluyor. -Gün boyunca top peşinde koşturarak enerji harcamıştır. Çok fazla hareket etti ve kasları çok çalıştığından kaslarda bir enerji eksikliği meydana gelmesi onu yordu.	6 4 2	12 4.49
3	Koşturdu, koşturduğu içinde vücudu hareket ediyor. Enerji kaybediyor ve yoruldu	167	62.55
<b>Toplam</b>		<b>185</b>	<b>69,29</b>
<b>C</b>	<b>Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar.</b>		
1	ATP enerjisi her zamankinden daha az sentezlenir, yani ATP azalır yada üretilmediğinden yorulmuştur.	1	0.37
2	Çok koştu bunun için terledi ve vücudunda ısınma hissetti, dermansız kaldı.	16	5.99
3	Top peşinde koşturma boyunca içindeki enerjinin bitmesi sonucu yoruldu.	51	19.11
4	Koşturdu ve enerji harcadı, harcadıncaya gücünü yitirdi ve böylece de yorulmuştur.	7	2.62
<b>Toplam</b>		<b>75</b>	<b>28,09</b>
<b>C</b>	<b>Kodlanamaz</b>	<b>5</b>	<b>1.87</b>
<b>D</b>	<b>Yanıt yok</b>	<b>2</b>	<b>0.75</b>
<b>Toplam</b>		<b>267</b>	<b>100</b>

Tablo 4.4' te görüldüğü gibi kavramsal anlama testinde yer alan 4. sorunun ilk alt sorusuna ilköğretim 8. sınıf öğrencilerin hiçbiri bilimsel olarak kabul edilebilecek yanıtlar verememişlerdir. Bunun yanında örneklemin % 69.29' u ise bilimsel olarak kabul edilebilecek düzeyde, fakat eksik yanıtlar vermişlerdir. Soruda, tam doğru yanıtı nazaran bir hayli eksikleri olmasına rağmen, yorulma nedeninin sadece kaslarda laktik asit birikimine bağlayan öğrenci yanıtları bu grupta en iyi yanıt olarak değerlendirilmiş gözükse de, % 2.25 gibi düşük bir oranda kalması dikkate değerdir.

Bu kategoriye düşen öğrenci yanıtlarını destekler nitelikte Öğrenci 7 ile yapılan yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarından bir alıntı aşağıda verilmektedir.

**Görüşmeci:** Bütün gün koştun ve yoruldu, sence yorulmanın sebebi ne olabilir? Bu durumu enerji ile nasıl ilişkilendirirsin?

**Öğrenci 7 (ilköğretim):** Kaslarda laktik asit birikir.

**Görüşmeci:** Evet

**Öğrenci 7(ilköğretim):** O<sub>2</sub>' li ve O<sub>2</sub>' siz solunum yaparken, laktik asit birikti

**Görüşmeci:** Kaslarda yeterli oksijen var mı ?

**Öğrenci 7 (ilköğretim):** Tam bilmiyorum onu.

Yukarıdaki görüşme kaydından anlaşılacağı üzere, bu gruba dahil öğrenci yanıtları kaslarda laktik asit birikimini söyleyebilmekte fakat bu durumun nedeni açıklanamamaktadır. Bu haliyle laktik asit-yorgunluk kavram ikilisinin öğrenciler tarafından mekanik olarak ezberlenmiş olduğu sonucu çıkarılabilir.

Aynı kategori içerisinde yer alan ve % 4.49 yanıt yüzdesine karşılık gelen öğrenci yanıtlarında ise üç farklı yanıt türü aynı değer (B2) ve grupta ele alınmıştır. Öğrencilerin yorulma – enerji ilişkisini yanıtlarına yansıtmaları besinlerin azalması, oksijen azalması ve fazla harekete dayalı olarak kaslardaki enerji eksikliğine atıfta bulunan yanıtlarla oluşmuştur. Örneklemin % 62.55 gibi yarısından fazlasını oluşturan bir başka tür öğrenci yanıtlarında ise (B3), 14 kod numaralı öğrencinin “*Ali bütün gün top peşinde koşturmuş ve çok büyük enerji kaybetmiştir. Bu yüzden de yorulmuştur*” cevabı ve 63 kod numaralı öğrencinin “*Top oynamasıyla, enerji harcadı ve yoruldu*” cevabında olduğu gibi bilimsel doğru yanıtla bakıldığında, daha ilkel bir doğrulukta kalan ve belki de hiç fen dersi almamış sıradan bir insanın verebileceği en genel yaklaşımlar sergilenerek, “*enerjinin kaybedilmesi, sarf edilmesi, harcanması*” temalı yanıtlara ağırlık verildiği görülmektedir. Aşağıda bu yanıt kategorisine örnek olarak verilen 1,2,6 ve 9 kod numaralı öğrencilerle yapılan görüşme kayıtlarından da anlaşıldığı gibi öğrenciler bu soruya çok ayrıntılı yanıt verememektedirler. Örneğin öğrenci 9’ un “*Enerjim azaldıktan sonra yoruldum işte*”

yanıtında olduğu gibi soruya derin bir bakış getirilemeyip, hep aynı dar eksene sıkışmaktadır.

**Görüşmeci:** Bütün gün koştun ve yoruldun, sence yorulmanın sebebi ne olabilir? Bu durumu enerji ile nasıl ilişkilendirirsin?

**Öğrenci 9 (ilköğretim):** Enerji kaybediyoruz. Az enerjim kalıyor.

**Öğrenci 6 (ilköğretim):** Enerji harcadığım için yoruldum. Vücudumda enerji miktarı azaldı

**Öğrenci 2 (ilköğretim):** Enerji harcadığım için yoruldum. Hareket edince metabolizmam zayıflıyor.

**Öğrenci 1(ilköğretim):** Enerji harcadığım için yoruldum

**Görüşmeci:** Biraz daha açıklar mısın?

**Öğrenci 9 (ilköğretim):** Enerjim azaldıktan sonra yoruldum işte.

Öte yandan soruya verilen yanıtın % 28.09' unu oluşturan C kategorisinde öğrenciler bilimsel olarak kabul edilemeyecek yanıtlar vermiş olup, burada 65 kod numaralı öğrencinin “ *Ali yaptığı iş sonucunda yorulmuştur ve enerjisi bitmiştir. Enerjisi bittiği içinde dermansız kalmıştır*” yanıtında ve 61 kod numaralı öğrencinin “*Ali top peşinde koşunca bütün gün bütün enerjisini sarf etti*” yanıtında olduğu gibi “*vücuttaki enerjinin bitmesi, tükenmesi, yok olması ve hiç kalmaması*” ifadeleri ile açıklanmaya çalışılması bilimsel olarak kabul edilemez bir yanlıştır. Aşağıda yapılan görüşmeler sonucu elde edilen verilerden bir örnek verilmekte olup, bu yanıt oranının azımsanmayacak bir yüzdede olduğu da dikkat çekicidir.

**Görüşmeci:** Bütün gün koştun ve yoruldun, sence yorulmanın sebebi ne olabilir? Bu durumu enerji ile nasıl ilişkilendirirsin?

**Öğrenci 3 (ilköğretim):** Sabah yediğimiz besinleri yakmışızdır. Enerjimiz bitti. Mide, bağırsak çalıştığı için besin bittiği için enerjide bitti.

Bu kategoride % 5.99 oranı ile yer alan yanıtlar ise yorulmanın, 212 kod numaralı öğrencinin “*Ali koştuktan sonra terledi, vücudu da ısındı ve dermansız*

*kaldı.*” yanıtında olduğu gibi enerjiyle değil günlük fiziki sonuçlarıyla ilişkilendirildiğini göstermektedir.

İlköğretim öğrencilerinde olduğu gibi kavramsal anlama testinin 4. sorusunun bu alt sorusuna üniversite öğrencilerinin de bilimsel olarak kabul edilebilir tam yanıtlar veremedikleri görülmektedir.

Üniversite grubunun bu alt soruya ait yanıtlarının analizi için oluşturulan Tablo 4.5’ in hiyerarşik yapısı göz önüne alındığında, % 4.98 ile bilimsel olarak kabul edilebilecek ama eksik yanıt kategorisinde yer alan ve 7 kod numaralı öğrencinin *“koşması için gereken enerji sağlanırken, Ali’ nin kaslarında meydana gelen fermantasyon sonucu açığa çıkan laktik asit toplandı, bu da beyne yorgunluk hissi gönderilmesini sağlar”* yanıtına benzer öğrenci yanıtlarının A1 kategorisine göre daha iyi olmadığı görülmektedir. Yinede burada; öğrencilerin oksijensiz solunum, laktik asit birikimi ve beyin algısı kavramlarıyla yorulma arasında kurdukları bağ, bu kategoriyi diğer eksik yanıtlar arasında en iyi yanıt türüne taşımaktadır.

Yüzde 75.07 ile bilimsel olarak doğru ama eksik yanıt veren öğrenciler sorunun analiz tablosunda en yüksek oranla yerini almaktadır. Yüzde 27.25 ile B5 grubunda bulunup, 13 kodlu öğrencinin *“Top oynamasıyla enerji kaybı yaşadığı için, vücudu yorgun düşmüştür”* ifadesi ve 73 kod numaralı öğrencinin *“koşma sırasında enerji harcamıştır, bu nedenle halsizleşip yorulmuştur”* ifadesi benzeri yanıtları içeren ve yorulmayı sadece tek yönlü olarak *“enerji eksikliği”* biçimde değerlendiren yanıtlar, bilimsel açıklama sayılamayacak gruplara yakın cevapları oluşturmaktadırlar. Aynı kategoride yer alan ve % 16.61 oranına karşılık gelen öğrenci yanıtlarında ise 59 kod numaralı öğrencinin *“koşarken kasları çok fazla çalıştığından kaslar bir süre sonra laktik asit üretmeye başlar”* yanıtında olduğu gibi vurgu laktik asit birikimi üzerine olup, sebep-sonuç ilişkisinin tartışılmadığı görülmektedir. Öğrencilerin bir kısmı ise (% 14.92) yorulmayı laktik asit birikimi ile değil; CO<sub>2</sub> birikimi, Oksijen azalması ve besin azalmasına yorarak enerjiyle bağ kurmaktadırlar.

Tablo 4.5 Üniversite Öğrencilerinin KAT-2' nin 4. Sorusunun İlk Sorusuna Verdikleri Yanıtlar

Düzye	Yanıt Kategoriler	Frekans	
		N	(%)
<b>A</b>	<b>Bilimsel anlamda kabul edilebilecek tam yanıt.</b>		
<b>1</b>	Koşma ile birlikte kas hücreleri daha fazla çalışır ve enerji kaybı olur bununla birlikte kaslarda oksijen azaldığından (glikoz azalır, Karbondioksit artar) hücrelerde oksijensiz solunum yapılır. Bu solunum sonucunda kaslarda laktik asit birikir. Bu beyin hücrelerine etki ederek yorgunluk duygusunu meydana getirir.	0	0
<b>Toplam</b>		<b>0</b>	<b>0</b>
<b>B</b>	<b>Bilimsel olarak doğru ama eksik yanıtlar.</b>		
<b>1</b>	Vücudunda bulunan enerjisinin bir kısmını sarf etmesinden dolayıdır. Hücrelerde oksijensiz solunum yapılır. Solunum sonucu çıkan laktik asit beyinde yorgunluk hissine yol açar.	15	4.98
<b>2</b>	Ali vücudunda oksijen yetersizliğinden dolayı enerji kaybetti ve oksijensiz solunum yaptı. Bu ise laktik asit birikimine yol açarak Ali' nin yorulmasına sebep oldu.	16	5.33
<b>3</b>	Vücudundaki her bir organı özellikle kaslarını çok hareket ettirdi Vücudundaki fonksiyonel faaliyetler arttı ve kaslarında laktik asit birikti.	50	16.61
<b>4</b>	-Kasların çok çalışması sonucu olur. Vücut bir iş için enerji harcar ve bu enerjiyi besinlerden sağlar. Besin azalması, glikoz azalması sonucu yorgunluk oluşmuştur. -Hareketleri sırasında enerji harcıyor. Koşma sonucunda hücrelerindeki oksijen miktarı azalır. Buda Alinin yorulmasına neden olur. -Enerji kaybettiği için soluk alıp vermesi hızlanır. Hücrelerindeki CO <sub>2</sub> miktarı artar ve böylece yorgunluk hissi duyar.	24 15 6	45 14.92
<b>5</b>	Alinin top oynarken hareketi artar, hareket enerjisi arttığından enerjiye olan ihtiyacı da artar. Enerjisini fazla kullandığından yorulur.	18	5.98
<b>6</b>	Enerjisini top oynarken harcamıştır, enerjisi azalmıştır.	82	27.25
<b>Toplam</b>		<b>226</b>	<b>75.07</b>
<b>C</b>	<b>Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar yanıt.</b>		
<b>1</b>	Alinin vücudunda birçok tepkime gerçekleşir. Koşarken kimyasal bağ enerjisini ATP enerjisine dönüştü ve buda onun hareketini sağladı. Ancak belli bir süre sonra ATP üretmediği (bitti) için yoruldu.	10	3.32
<b>2</b>	Ali depo ettiği enerjiyi hareket ederek yaktı ve yoruldu.	13	4.32
<b>3</b>	Sabahtan beri bir oraya bir buraya koşturduğundan halsiz kalmış ve bünye zayıf düştüğünden enerjiyi kaybedip yoruluyor.	9	2.99
<b>4</b>	Top ardından koşarak enerjisinin bitmesi ve tükenmesi sonucu yorulmuştur.	28	9.31
<b>5</b>	Top oynarken güç kaybetmiş bundan dolayı yorulmuştur. Top oynayarak belli bir iş yapmış ve bunun sonucunda yorulmuştur.	5	1.66
<b>Toplam</b>		<b>65</b>	<b>21.60</b>
<b>D</b>	<b>Kodlanamaz</b>	7	2.33
<b>E</b>	<b>Yanıt yok</b>	3	0.99
<b>Toplam</b>		<b>301</b>	<b>100</b>

Öte taraftan, % 21.60 ile aralarında öğretmen adayı son sınıf üniversite öğrencilerinin de bulunduğu örneklemin, yaklaşık 4' te 1' ininin yanıtlarında, bilimsel açıdan kabul edilemez ifade ve düşüncelerin bulunması üzerinde durulması gereken bir noktadır. Özellikle de 84 kod numaralı öğrencinin “*gün boyunca koştuğu için vücudundaki enerji bitmiştir ve bu nedenle kendini yorgun hisseder*” yanıtında olduğu gibi; enerjinin tükenmesi, bitmesi, yok olması gibi canlılık faaliyetlerini sonlandıracak ibarelerin bu öğrenim düzeyinde yorulmaya neden olarak ileri sürülmesi (% 9.31) düşündürücüdür.

İlköğretim öğrencileri ile yapılan görüşmelerde olduğu gibi, üniversite öğrencileri de görüşmelerde kavramsal anlama testine verdikleri yanıtın ötesine geçememekte, aynı yanıtı tekrarlamaktadırlar. Bu durum aşağıda görüşme kayıtlarından yapılan alıntılar ile doğrulanmaktadır.

**Görüşmeci:** Bütün gün koştu ve yoruldun, sence yorulmanın sebebi ne olabilir? Bu durumu enerji ile nasıl ilişkilendirirsin?

**Öğrenci 2 (üniversite):** Laktik asit sonucudur. Kasın yoğun aktivitesi sonucu ilk önce O<sub>2</sub>' li solunum yapılır. Sonra artık O<sub>2</sub> yetersiz kaldığında laktik asit fermantasyonu yapılır. Bunun sonucunda laktik asit birikmesi ile yorgunluk oluştu.

**Öğrenci 6 (üniversite):** Besinlerle hayatımızı devam ettiririz. Yoruluyoruz, yediklerimiz azalıyor, enerjimiz azalıyor. Mekanizmanın sürekli olması içinde enerjiye ihtiyaç vardır. Makineler bile yorulur.

**Öğrenci 8 (üniversite):** Vücudumda aldığım besinlerden dolayı bir enerjim var. Ben bu durgun enerjiyi hareket ederek hareket enerjisine çeviriyorum ve enerji kaybediyorum

**Öğrenci 10 (üniversite):** Bütün gün efor sarf ediyorum. Kaslarda laktik asit birikmesi söz konusu. Oluşan atık maddeler hücrelerde fazlaca toplanıyor ve hücrelerde besin ihtiyacı duyuluyor.

Tablo 4.6 İlköğretim ve Üniversite Öğrencilerinin KAT-1 ve KAT-2' nin. 4. Sorusunun İlk Alt Sorusuna Verdikleri Yanıtların Karşılaştırılması

Düzyey	Yanıt Kategorileri	İlköğretim (%)	Üniversite (%)
A	<b>Bilimsel anlamda kabul edilebilecek tam yanıt.</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
B	<b>Bilimsel olarak doğru ama eksik yanıtlar.</b>	<b>69.29</b>	<b>75.07</b>
C	<b>Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar.</b>	<b>28.09</b>	<b>21,61</b>
D	<b>Kodlanamaz</b>	<b>1.87</b>	<b>2.33</b>
E	<b>Yanıt yok</b>	<b>0.75</b>	<b>0.99</b>
<b>Toplam</b>		<b>100</b>	<b>100</b>

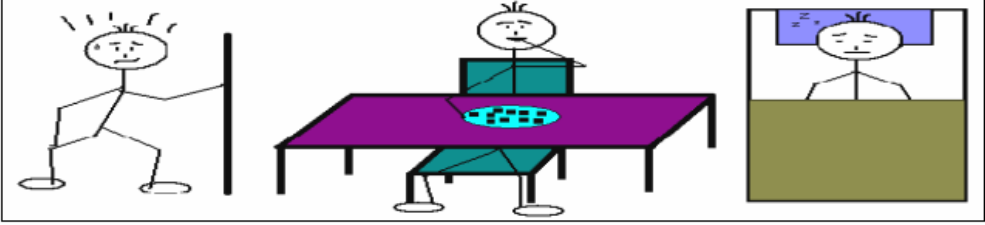
Tablo 4.6' da ilköğretim ve üniversite öğrencilerinin KAT' ın. 4. sorusunun ilk alt sorusuna verdikleri yanıtların karşılaştırılması yer almaktadır. Buna göre hücrelerde yapılan oksijensiz solunum sonucu kaslarda laktik asit birikimi ile yorgunluk hissinin oluşması merkezli yanıt (Tablo 4.5 B1 kategorisi), hücrelerde oksijen azalması dışında diğer metabolik artıklarda meydana gelen değişimlerin ne yönde olduğunu barındırmasa da her iki öğrenim düzeyi içinde verilen en iyi yanıt türüdür. Bu yanıt türünden farklı olarak beyinde yorgunluk duyusunun meydana gelmesinin belirtilmediği yanıtlar, her iki öğrenim grubu için de *bilimsel olarak doğru ama eksik yanıtlar* kategorisinde kendisine yer bulmaktadır. Bu kategori hem ilköğretim hem de üniversite öğrencileri yanıtlarının yaklaşık 4' te 3' üne karşılık gelmekte olup, her iki öğrenim düzeyini oluşturan öğrenciler ile de yapılan görüşmelerde öğrencilerin verilen bu eksik yanıtları tekrarladıkları görülmektedir. *Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtların* bulunduğu C düzeyinde olduğu gibi, soruya verilen yanıtlara genel olarak bakıldığında ilköğretim ve üniversite öğrencileri arasında belirgin bir farkın olmadığı açıktır.

İlköğretim ve üniversite düzeyinde de yer alan kavramsal anlama testinin 4. sorusunun ilk alt sorusuna ait bulgulardan sonra, Şekil 4.28' de verilen bu soruya ait ikinci alt sorunun analiz sürecine geçilmiştir. İlk alt sorunun devamı niteliğinde olan bu soru, koşma eyleminin ardından yemek yeme eyleminin yapılmasının nedenini enerji bağlamında sorgulamaktadır.



Bu soru için “Kas faaliyetleri sonucu ATP harcandı. Kandaki glikoz miktarı azaldı, karbondioksit miktarı arttı ve kaslarda laktik asit miktarı arttı. Oluşan yorgunluğu ve bunun etkilerini azaltmak için yemek yedi. Böylece yemek yiyerek kaybettiği enerjisini besinle birlikte geri kazandı” ifadesi bilimsel olarak tam doğru yanıt olarak tayin edilmiş olup, ilköğretim ve üniversite öğrencilerinin bu bağlamda yanıtlarını temsil eden yanıt analiz tabloları sıra ile (Tablo 4.7 ve Tablo 4.8) sunulmaktadır. Bunun yanında her iki grup, soruya ilişkin ortak yanıt kategorilerine düşen yanıt oranları açısından Tablo 4.6’ da karşılaştırılmıştır.

4) Gün boyunca, top ardında koşturarak Ali acıktı ve yoruldu. Eve geldi, yemek yedi sonra uyudu.



Yukarıda Ali’ nin yaptığı altı çizili eylemler sırasıyla şekil halinde verilmiştir. Bu eylemleri “enerji” kavramı ile ilişkilendirerek, boş bırakılan bölüme sırasıyla ayrıntılı olarak açıklayınız.

Ali’ nin yemek yemesinin nedeni; .....

.....

.....

.....

Şekil 4.28 KAT-1 ve KAT-2’de Yer Alan 4. Sorunun İkinci Alt Sorusu

Tablo 4.7 İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin KAT-1' in 4. Sorusunun İkinci Alt Sorusuna Verdikleri Yanıtlar

Düzyey	Yanıt Kategoriler	Frekans	
		N	(% )
<b>A</b>	<b>Bilimsel anlamda kabul edilebilecek tam yanıt.</b>		
1	Ali kas faaliyetleri sonucu ATP harcadı. Kandaki glikoz miktarı azaldı, karbondioksit miktarı arttı ve kaslarda laktik asit miktarı arttı. Oluşan yorgunluğu ve bunun etkilerini azaltmak için yemek yedi. Böylece yemek yiyerek kaybettiği enerjisini besinle birlikte geri kazandı.	0	0
<b>Toplam</b>		<b>0</b>	<b>0</b>
<b>B</b>	<b>Bilimsel olarak doğru ama eksik yanıtlar.</b>		
1	ATP harcayarak yorulan vücut insanda acıkma hissi uyandırır. Ali vücudunda ATP sentezlemek ister. Bunun içinde vücuda besin alınarak enerji toplanması gerekir.	2	0.75
2	Yediği besin maddelerinden enerji sağlayarak yorgunluğunu gidermek için.	55	20.59
3	Kaybettiği enerjiyi yeniden kazanmak için yemek yedi.	130	48.69
<b>Toplam</b>		<b>187</b>	<b>70.03</b>
<b>C</b>	<b>Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar yanıt.</b>		
1	Top peşinde koşarak enerjisini bitirdiğinden onu kazanmak istiyor ve yemek yiyor.	19	7.12
2	Besinleri yiyerek onların sindirimi sonucu enerji elde eder..	4	1.49
3	Açlığını gidermek için yemek yedi.	38	14.24
4	Yorgunluğunun geçmesi için yemek yemiştir.	6	2.25
5	Yemek yemesi vücudunun dinamikleşmesini sağlar.	4	1.49
<b>Toplam</b>		<b>71</b>	<b>26.59</b>
<b>C</b>	<b>Kodlanamaz</b>	<b>6</b>	<b>2.25</b>
<b>D</b>	<b>Yanıt yok</b>	<b>3</b>	<b>1.13</b>
<b>Toplam</b>		<b>267</b>	<b>100</b>

Kavramsal anlama testinin 4. sorusunun ikinci alt sorusuna Tablo 4.7' de görüldüğü gibi ilköğretim 8. sınıf öğrencilerin hiçbiri bilimsel olarak kabul edilebilecek yanıtlar verememişlerdir.

Örneklemin % 70.03' ü yanıtlarında Ali' nin yemek yemesiyle enerji arasındaki ilişkiyi yalnız "yemek enerji verir" mantığı üzerine oturtmuş olup, biyolojik açıdan spesifik bir yaklaşım sergileyememişlerdir.

Aşağıda görüşme kayıtlarından yapılan alıntılarda da görüldüğü gibi, kandaki glikoz miktarının azalması, karbondioksit miktarındaki artışı ve kaslarda artan laktik asit miktarı gibi takviye açıklamalarla özele inilemediğinden bu yanıtlar bilimsel

olarak doğru ancak eksik yanıtlar kategorisine düşmektedirler. Bu kategoride öğrencilerin % 48.69' u 90 kod numaralı öğrencinin, “*Kaybettiği enerjiyi geri almak içindir. Top oynayarak yorulduğu ve enerji kaybettiği için yemek yiyerek bunu telafi etmesi gerekir*” yanıtında olduğu gibi yemek yemeyi, enerji kaybının telafisi, % 20.59' u ise 104 kod numaralı öğrencinin “*içinde karbonhidrat, yağ, protein bulduran yiyecekler yiyerek enerji kazanılır*” ifadesinde olduğu gibi enerji kaynağı olarak düşünerek yanıt vermektedirler.

**Görüşmeci:** Koştuktan sonra eve geldiğini ve daha sonra yemek yediğini düşünürsen, bu durumu enerji ile nasıl açıklarsın?

**Öğrenci 2 (ilköğretim):** Yemek yiyerek enerji alıyorum.

**Öğrenci 10 (ilköğretim):** Besinlerden enerji almak için.

**Öğrenci 7 (ilköğretim):** Vücudum enerji kaybetti. Vücut dengemin tekrar düzene girmesi için yemek yedim.

**Öğrenci 4 (ilköğretim):** Vücudum enerji kaybetti. Yemeklerde enerji var. , vitamin, karbonhidrat, yağ var. Kaybettiği enerjiyi alır

**Görüşmeci:** Nasıl?

**Öğrenci 2 (ilköğretim):** Sebzelerde ki enerji bana geçiyor.

Yüzde 26.59 gibi bir oranı oluşturan öğrenci topluluğu ise yemek yeme ile “*açlığın giderilmesi, yorgunluğun giderilmesi*” gibi enerji kavramı dışında açıklamalar getirmektedirler. Ayrıca bu düzeyde (C) top oynanmasıyla biten bir enerjiden ya da sindirim sonucu enerji açığa çıkmasından bahsedilerek bilimsel olarak kabul edilemez yanlış yanıtlara rastlanmaktadır. Örneğin % 14.24' lük oranda öğrenci yanıtlarının olduğu kategoride (C3) enerji kavramı dışında, sorunun ilk kısmında yer alan top oynanması ile oluşan yorgunluk arasında bağ kurulduğu görülmektedir.

**Görüşmeci:** Koştuktan sonra eve geldiğini ve daha sonra yemek yediğini düşünürsen, bu durumu enerji ile nasıl açıklarsın?

**Öğrenci 5 (ilköğretim):** Sabah yediğimiz besinleri yakmışızdır. Enerjimiz bitti. Mide, bağırsak çalıştığı için, besin bittiği için enerjide bitti.

Yine öğrencilerin % 7.12' sini oluşturan 19 öğrenci ise yukarıda görüşme kayıtlarından bir örnekle de desteklendiği üzere, 265 kodlu öğrencinin “*yoğun hareket sonucu enerjisi bittiğinden onu kazanmak isteyip yemek yedi*” yanıtında olduğu gibi enerjinin vücutta kalmadığı olgusuna vurgu yapmışlardır.

Aynı soruya üniversite öğrencilerinin % 3.6 oranında kabul edilebilir yanıtlar verdikleri görülmektedir (Tablo 4.8). Aşağıda bu düzeye örnek olarak verilebilecek bir alıntıya yer verilmektedir.

**Görüşmeci:** Koştuktan sonra eve geldiğini ve daha sonra yemek yediğini düşünürsen, bu durumu enerji ile nasıl açıklarsın?

**Öğrenci 8 (üniversite):** Hücrelerimizin enerjiye gereksinimi var. Glikoz üretmesi gerekir. Bunun içinde bir enerji kaynağı yani besine ihtiyaç var. Yorulduğumuzda glikoz harcıyoruz. Yemek yiyince de enerji olarak glikoz miktarını artırmış oluyoruz.

Bilimsel açıdan kabul edilebilir yanıtların azlığının yanında, bu alt soruya öğrencilerin büyük çoğunluğu (% 80.73) B kategorisine düşen yani bilimsel açıdan kabul edilebilir ancak eksik yanıtlar vermişlerdir. Bu kategoriyi ele aldığımızda burada da yığılmanın yemek ile enerjinin geri kazanımı üzerinde olduğu görülmektedir. Yüzde 47.3 gibi yüksek bir orana karşılık gelen bu grupta, 41 kod numaralı öğrencinin “*Ali enerjisi azaldığı için yorgun düşmüştür. Tekrar enerjisini toparlayabilmek için yemek yiyor*” yanıtı türünden ifadeler yer almaktadır. Bu düzeye karşılık gelen görüşme kayıtları aşağıda verilmiştir.

**Görüşmeci:** Koştuktan sonra eve geldiğini ve daha sonra yemek yediğini düşünürsen, bu durumu enerji ile nasıl açıklarsın?

**Öğrenci 2 (üniversite):** Kaybettiğim enerjiyi yerine koymak için tekrar yiyorum tekrar enerji alıyoruz

**Öğrenci 4 (üniversite):** Her besinin belli bir kalori değeri vardır. Enerji içerdiğine göre besleyici bir değeri var. Yaşamda enerji olmadan tutunamayacağıma göre yemek yerim.

B3 kategorisine yakınlığı ile dikkat çeken B4 kategorisi ise öğrenciler enerjinin, hayatsal faaliyetlerin devamı için besinlerin tüketimi ile alındığından söz etmektedirler. Bu kategori B3 kategorisi ile “*hareket sonucu harcanan enerjinin*” yeniden kazanılmasına yapılan vurgu bağlamında benzeşmektedir. 54 kod numaralı öğrencinin “*Yorulduğu zaman enerjisini harcamıştır. Ali yemek yiyerek besinlerden solumla enerji elde ederek enerji kazanır, yiyeceklerle enerji kazanılır*” yanıtı ise % 4.9 ile B1 kategorisine örnek olup, alınan besinler ile solunumdan enerji elde edilmesi olgusuna odaklanmaktadır.

Tablo 4.8 Üniversite Öğrencilerinin KAT-2' nin 4. Sorusunun İkinci Alt Sorusuna Verdikleri Yanıtlar

Düzyey	Yanıt Kategorileri	Frekans	
A	Bilimsel anlamda kabul edilebilecek tam yanıt.	N	(%)
1	Ali kas faaliyetleri sonucu ATP harcadı. Kandaki glikoz miktarı azaldı, karbondioksit miktarı arttı ve kaslarda laktik asit miktarı arttı. Oluşan yorgunluğu ve bunun etkilerini azaltmak için yemek yedi. Böylece yemek yiyerek kaybettiği enerjisini besinle birlikte geri kazandı.	11	3.65
<b>Toplam</b>		<b>11</b>	<b>3.65</b>
B	Bilimsel olarak doğru ama eksik yanıtlar.		
1	ATP elde edebilmek için yemek yemiştir. Yediğimiz besinler solunumda yakılarak ATP elde edilir. Enerji kazanımı olmuş olur.	15	4.98
2	Ali vücudundaki hayatsal faaliyetler için gerekli olan enerjinin bir kısmını koşarken kaybetmiştir. Hayatsal faaliyetlerin devamı için besinlerle kimyasal enerji aldı.	86	28.57
3	Kaybettiği enerjiyi almak için yemek yedi.	142	47.18
<b>Toplam</b>		<b>243</b>	<b>80.73</b>
C	Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar yanıt.		
1	Ali bitirdiği enerjisini depolamak için yemek yedi.	18	5.98
2	Yediklerimizle kazandığımız enerji çok gereklidir. Yediklerimizin sindirimi sonucu açığa çıkan enerji ile bir çok metabolik faaliyet gerçekleşiyor.	12	3.99
3	Yemek yiyerek güç toplamıştır. Sağlıklı beslenmeliyiz.	4	1.33
<b>Toplam</b>		<b>34</b>	<b>11.30</b>
D	Kodlanamaz	6	1.99
E	Yanıt yok	7	2.33
<b>Toplam</b>		<b>301</b>	<b>100</b>

Öte yandan Tablo 4.9' da da görüldüğü gibi % 11.30' luk bir yanıt oranı ile de öğrenciler bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar vermişlerdir. Bu kategoride öğrencilerin % 5.98' i 42 kod numaralı öğrencinin “*Yorulmasıyla bütün enerjisi bitti, kendine gelmesi için yemek yemesi gerekiyor*” yanıtında olduğu gibi enerjinin tükendiği için besinle alınıp yerine konması mantığı işletilmeye çalışılmış olup, kabul edilemez bir yanılgıya düşmektedirler. Yine dikkat çeken bir başka yanılgı ise 38 kod numaralı öğrencinin “*Yemek yer, çünkü hayatını devam ettirmek için enerjiye ihtiyacı vardır. Yediği yemekleri sindirir ve buradan elde ettiği enerji kullanır*” yanıtında olduğu gibi sindirimin solunum yerine kullanıldığı ifadelerdir. Yüzde 1.33' lük bir oranla da öğrenciler “*Sağlıklı beslenmek gerekir*” ve “*Sağlam kafa sağlam vücutta bulunur*” örnek yanıtlarında olduğu gibi sloganvari ilginç yanıtlar vermişlerdir.

Tablo 4.9 İlköğretim ve Üniversite Öğrencilerinin KAT-1 ve KAT-2' nin. 4. Sorusunun İkinci Alt Sorusuna Verdikleri Yanıtların Karşılaştırılması

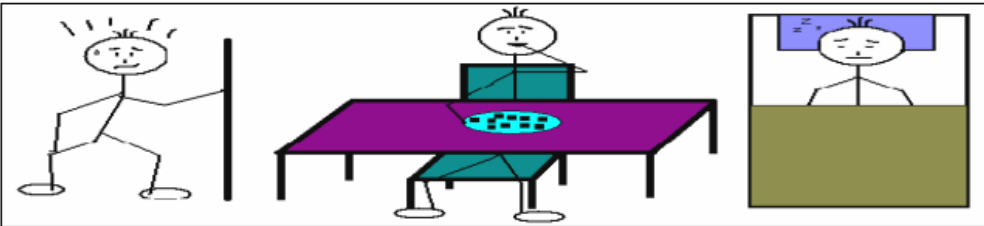
Düzyey	Yanıt Kategorileri	İlköğretim (%)	Üniversite (%)
A	<b>Bilimsel anlamda kabul edilebilecek tam yanıt.</b>	<b>0</b>	<b>3.65</b>
B	<b>Bilimsel olarak doğru ama eksik yanıtlar.</b>	<b>70.03</b>	<b>80.73</b>
C	<b>Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar.</b>	<b>26.59</b>	<b>11.30</b>
D	<b>Kodlanamaz</b>	<b>2.25</b>	<b>1.99</b>
E	<b>Yanıt yok</b>	<b>1.13</b>	<b>2.33</b>
<b>Toplam</b>		<b>100</b>	<b>100</b>

Tablo 4.9' da yer alan KAT' ın 4. sorusunun ikinci alt sorusuna ilişkin verilen karşılaştırmalı analiz tablosu, ilköğretim ve üniversite öğrencilerinin bu soruya verdikleri yanıtların üst kategoriler altındaki dağılımını göstermektedir. Buna göre her iki öğrenim düzeyinde de yanıtların *bilimsel olarak doğru ama eksik yanıtlar* üst kategorisi içersinde toplandığı görülmektedir. B düzeyinde yer alan bu yanıtların alt kategorileri de (B1, B2, B3) içerik açısından ilköğretim ve üniversite öğrencileri için ortaktır. Tablo 4.7 ve Tablo 4.8' e bakıldığında B3 düzeylerinde yer alan “*koşma ile kaybedilen enerjinin yemek ile alınması*” ifadesi üzerine kurulmuş yanıtlar her iki öğrenim düzeyi açısından da en yüksek yanıt türünü oluşturmaktadır. Tablo 4.9' da B düzeylerinin içinde yer alan ve sırası ile % 48.69 ve % 47.18 oranlarına karşılık gelen bu yanıt türü ilköğretim ve üniversite düzeyleri yanıtlarının karşılaştırmalı yorumlanması anlamında bir özet vazifesi görmektedir. Gruplar arasında belirgin düzeyde bir farklılığın olmadığı sonucunun özeti niteliğindeki bu duruma bir diğer örnekte Tablo 4.7 ve Tablo 4.8' in C düzeylerinde bulunan yanıt türünün % 7.2 (ilköğretim) ve % 5.98 (üniversite) ile birbirlerine yakın oranlarda olmasıdır. Enerjinin bitmesinin, canlılığın sona ermesiyle eş bir anlam taşıdığı düşünüldüğünde, “*enerjinin bitmesi*” kavram yanılığısına her iki öğrenim düzeyinde de rastlanmaktadır.

Üç alt sorudan oluşan ve her sorusu birbirinin devamı niteliğinde olan kavramsal anlama testinin 4. sorusunda, koşma ve yemek yeme eylemleri sonrasında Ali' nin uyumasının enerji açısından nedeni üçüncü alt soru (Şekil 4.29) ile soruşturulmak istenmiştir. “*Top ardında koşturan ve yemek yiyen, Ali vücudunun denge durumuna gelmesi için uyuyor. Bu denge haline; kandaki oksijen miktarının*

artması, Karbondioksit miktarının azalması ve biriken laktik asidin dinlenme halinde yeterli oksijenin hücrelere ulaşarak pirüvik aside dönüşmesi sonucu miktarının azalması ile ulaşıyor” ifadesi bu alt soru için bilimsel olarak tam doğru yanıt olmakla birlikte her iki grupta da bu yanıt rastlanmamıştır. İlköğretim öğrencilerinin bu soruya ilişkin yanıt türleri Tablo 4.10’ da, üniversite öğrencilerinininki ise Tablo 4.11’ de verilmektedir. Ayrıca Tablo 4.12’ de her iki öğrenim düzeyinde yer alan öğrenci gruplarını, yanıt türleri bakımından karşılaştırma imkanı sağlamaktadır.

4) Gün boyunca, top ardında koşturan Ali acıktı ve yoruldu. Eve geldi, yemek yedi sonra uyudu.



Yukarıda Ali’ nin yaptığı altı çizili eylemler sırasıyla şekil halinde verilmiştir. Bu eylemleri “enerji” kavramı ile ilişkilendirerek, boş bırakılan bölüme sırasıyla ayrıntılı olarak açıklayınız.

Ali’ nin uyumasının nedeni; .....

.....

.....

.....

Şekil 4.29 KAT-1 ve KAT-2’de Yer Alan 4. Sorunun Üçüncü Alt Sorusu



Tablo 4.10 İlköğretim Öğrencilerinin KAT-1' in 4. Sorusunun Üçüncü Alt Sorusuna Verdikleri Yanıtlar

Düzyey	Yanıt Kategoriler	Frekans	
		N	(%)
<b>A</b>	<b>Bilimsel anlamda kabul edilebilecek tam yanıt.</b>		
1	Top ardında koşturan ve yemek yiyen, Ali vücudunun denge durumuna gelmesi için uyuyor. Bu denge haline; kandaki oksijen miktarının artması, Karbondioksit miktarının azalması ve biriken laktik asidin dinlenme halinde yeterli oksijenin hücrelere ulaşarak pirüvik aside dönüşmesi sonucu miktarının azalması ile ulaşıyor.	0	0
<b>Toplam</b>		<b>0</b>	<b>0</b>
<b>B</b>	<b>Bilimsel olarak doğru ama eksik yanıtlar.</b>		
1	Yorulan kaslar enerji ile tekrar tanışınca oksijen miktarı artar, gevşer ve uyur.	2	0.75
2	Yorulduğu için çok enerji kaybetti tekrar enerjisini toplayabilmek için.	132	49.44
3	Ali yorulmuş enerji harcamıştır. Bu yüzden enerji depolaması gerekeceği için.	18	6,74
<b>Toplam</b>		<b>152</b>	<b>56.93</b>
<b>C</b>	<b>Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar.</b>		
1	Yediği yiyecekler onu mayıştırdı ve üzerine bir ağırlık çöktü.	62	23.22
2	Uyurken hiçbir enerji sarf etmeyiz, bunun için uyuyup dinlenir.	11	4.12
3	Yorulduğundan dolayı uyumuştur.	9	3.37
4	Enerjisinin bitmesi ve metabolizmanın daha başka işlere yetecek gücünün kalması.	12	4.49
<b>Toplam</b>		<b>94</b>	<b>35.20</b>
<b>D</b>	<b>Kodlanamaz</b>	<b>10</b>	<b>3.75</b>
<b>E</b>	<b>Yanıt yok</b>	<b>11</b>	<b>4.12</b>
<b>Toplam</b>		<b>267</b>	<b>100</b>

İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin hiçbirinin bu alt soruya bilimsel olarak kabul edilebilecek yanıtlar veremediği Tablo 4.10' da görülmektedir.

Bunun yanında örnekleme oluşturan öğrencilerin % 56.93' ü üç farklı kategoride B düzeyinde yer almaktadır. Bu anlamda B1, B2 ve B3 düzeyi adeta bilimsel olarak doğru kabul edilebilen A düzeyindeki yanıtın parçalarını oluşturmaktadırlar. Bilimsel olarak doğru ama eksik olan bu yanıtlardan, % 49.44 oran ile B2 grubunu oluşturan öğrenciler Ali' nin uyuması ile enerjiyi yorgunluk ve yorgunluğun giderilmesi perspektifinden bakarak ilişkilendirmişlerdir. Bu gruba düşen 121 kod numaralı öğrencinin “*yorgun düştüğü için ve enerji toplayabilmek için uyuyup dinlenmesi gerekiyor*” ifadesinde de görüldüğü gibi yanıtlarda biyolojik kavram fakirliği dikkati çekmektedir. Öğrenci 6 ile yapılan görüşmeden alınan aşağıdaki alıntı bu duruma örnek olarak verilebilir.

**Görüşmeci:** Bu aktivitelerden sonra (koşma, yemek yeme), son olarak uyuduğunu varsayalım, peki bu durumun enerji ile ilgili bir ilişkisi var mı? nasıl açıklarsın?

**Öğrenci 6 (ilköğretim):** Vücudum enerji kaybetmiş, uykusuz kalmıştı. Dinlenmem gerekiyordu. Enerji harcamış güçsüz düşmüştüm. Enerjinin tekrar oluşması için uyudum.

Yine aynı grupta % 6.74 ile yer alan ve B2 kategorisine yakınlığı göze ilişen B3 grubunda ise öğrenciler 53 kod numaralı öğrencinin “*Ali uyuyarak enerji depolar. Çünkü sadece yemek yemek yetmez. Uyuyarak gerekli enerjiyi depolarız. Böylece enerji sürekli devam eder*” yanıtında olduğu gibi uyumayı enerji depolama aracı olarak algılamakta, ancak bu yanıt türünün yağ gibi enerji vericiler için geçerli olamayacağından bu grup hiyerarşik olarak kabul edilebilir yanıtların en altında yerini almaktadır. Bu düzeye ait görüşme kayıtları aşağıda verilmektedir.

**Görüşmeci:** Bu aktivitelerden sonra (koşma, yemek yeme), son olarak uyuduğunu varsayalım, peki bu durumun enerji ile ilgili bir ilişkisi var mı? nasıl açıklarsın?

**Öğrenci 1 (ilköğretim):** Enerji depolamak için, zaten yorulunca uyuruz.

**Öğrenci 4 (ilköğretim):** Uyuyunca enerji harcanmaz ya da çok az enerji harcanır. Enerjiyi vücudumuzda depolamak için uyuyoruz.

Öte yandan % 35.2’ lik oranı oluşturan 94 öğrenci ise bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar vermişlerdir. Bu grupta ise % 23.22 ile C1 kategorisi dikkati çekmektedir. Burada öğrenciler Alinin uyumasını sorunun ikinci kısmında yer alan yemek yenmesine ve bunun sonucu oluşan fizyolojik hislere bağlayarak enerji kavramı dışında halk arasında günlük kullanılan deyişlere yönelmişlerdir. 201 kod numaralı öğrencinin “*Ali’ nin uyumasının sebebi yediği yemektir. Yediği yemek, üzerinde bir ağırlık çökmesine neden oldu*” yanıtı bu gruba örnek olarak verilebilir.

İlköğretim grubunda olduğu gibi üniversite grubunda da bu alt soruya ilişkin bilimsel olarak tam doğru yanıtla rastlanamamıştır (Tablo 4.11).

Tablo 4.11 Üniversite Öğrencilerinin KAT-2' nin 4. Sorusunun Üçüncü Alt Sorusuna Verdikleri Yanıtlar

Düzyey	Yanıt Kategoriler	Frekans	
A	Bilimsel anlamda kabul edilebilecek tam yanıt.	N	(%)
1	Top arında koşturan ve yemek yiyen, Ali vücudunun denge durumuna gelmesi için uyuyor. Bu denge haline; kandaki oksijen miktarının artması, Karbondioksit miktarının azalması ve biriken laktik asidin dinlenme halinde yeterli oksijenin hücrelere ulaşarak pirüvik aside dönüşmesi sonucu miktarının azalması ile ulaşılıyor.	0	0
<b>Toplam</b>		<b>0</b>	<b>0</b>
B	Bilimsel olarak doğru ama eksik yanıtlar.		
1	Ali uyurken kaslarda biriken laktik asit azalır, yorgunluğu hafifler. Yiyecekler kimyasal reaksiyonlar sonucu parçalanır ve gerekli enerji sağlanmış, vücut denge durumuna gelmiş olur.	39	12.96
2	Alinin kaslarında biriken laktik asit yorgunluğa neden olur ve bunu uykuyla atarak tekrar pirüvik aside dönüştürür. Böylece eksilen enerjisini artırmış olur.	18	5.98
3	Yorgunluğunu giderip, önceki enerjisini tekrar kazanabilmek için.	118	39.21
4	Uyuduğunda vücut tüm düzenlemeleri yapar ve enerji depolanır.	18	5.98
<b>Toplam</b>		<b>193</b>	<b>64.13</b>
C	Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar.		
1	Yorulduğundan dolayı üzerine bir ağırlık çöktü, Ertesi gün daha dinç kalkabilmek için uyudu.	27	8.97
2	Gün boyu çok fazla enerji harcadı. Uyku esnasında daha az enerjiye gereksinim duyar. Bunun için uyur.	53	17.61
3	Sindirim gerçekleşmesi ve gerekli enerjinin temin edilip vücudun dinlenmesi için uyuyor.	6	1.99
4	Kaslar bazal metabolizma halindeyken, dinlenebilecek bir ortam yarattı ve uyudu	11	3.65
<b>Toplam</b>		<b>97</b>	<b>32.22</b>
D	Kodlanamaz	6	1.99
E	Yanıt yok	5	1.66
<b>Toplam</b>		<b>301</b>	<b>100</b>

Bunun yanında % 64.13' lük oranı oluşturan öğrenci yanıtları ise bilimsel olarak kabul edilebilir ancak eksik yanıtlar kategorisini oluşturmaktadır. Bu kategori içerisinde % 39.21 ile en yüksek yüzdeye sahip B3 grubundaki öğrenciler uyku ile yorgunluk arasında, Ali' nin top oynaması sonucu yorulmasıyla kaybettiği enerjisini uyku ile geri kazanacağı ilişkisini kurarak bu görüşte birleşmektedirler. 159 kod numaralı öğrencinin "Vücudunda enerji harcıyıp ardından yemek yemesi kendisini

*yorgun hissetmesine neden oldu, enerjisini yeniden toplayabilmek için uyudu”* yanıtı bu gruba örnek olarak verilebilir. Hem bu grup hem de bu alt soru için en iyi öğrenci yanıtını oluşturan B1 kategorisinde ise, 291 kod numaralı öğrencinin *“uyumasının nedeni ise laktik asidin verdiği yorgunluğun dinlenme halinde tekrar enerji sağlayacak hale gelmesidir, ayrıca vücut dinlenmeyle birlikte dengesini kurar”* yanıtında olduğu gibi diğer gruplardan farklı olarak uykuyla birlikte hem laktik asidin dönüşüm sürecinden hem de vücuttaki denge durumuna gelmesinden söz edilmesi bu grubu hiyerarşide en öne çekmiştir. Bu grup ile aynı düşüncede olan öğrenci 1 ile yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmeden alınan bir alıntı aşağıda verilmektedir.

**Görüşmeci:** Bu aktivitelerden sonra (koşma, yemek yeme), son olarak uyuduğunu varsayalım, peki bu durumun enerji ile ilgili bir ilişkisi var mı? nasıl açıklarsın?

**Öğrenci 1 (üniversite):** Dinlenmek için. yağ asitlerinin oksidasyonu ya da kasların enerji ihtiyacı olan fosfo-kreatin mekanizması sayesinde enerji üretiyor. Laktik asit pirüvik aside dönüşüyor ve yorgunluk hissi kayboluyor. Bir denge durumundan bahsedebiliriz.

Bunun yanında öğrencilerin % 5.98’ i kaslarda biriken laktik asidin uykuyla enerjiye dönüşüm sürecinden (B2 kategorisi) bahsetmekle yetinmişlerdir.

Öte yandan örneklemin % 32.22 gibi yaklaşık 1/3’ ünü oluşturan ve bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar, üniversite öğrenim düzeyi için oldukça yüksek bir orana karşılık gelmektedir. Burada 296 kod numaralı öğrencinin *“Ali’ nin gün boyu çok enerji harcayan sistemleri uyku esnasında daha az enerjiye gereksinim duyar. Uyku esnasında böylece daha az enerji kullanılır”* yanıtında belirttiği gibi enerjinin uyku ile daha az harcandığı için ve sanki az kullanımla enerjinin kazanılacağı gibi ters bir mantıkla bağdaştırıldığı görülmektedir. Kurulan bu mantığın zor gibi gözükmesine rağmen % 17.61 gibi yüksek bir yüzdeye sahip olması da akla soruda istenen düşüncenin *“bazal metabolizma”* ile karıştırıldığı fikrini getirmektedir.

Nitekim % 3.65 ile C4 kategorisi, 301 kodlu öğrencinin “*Vücutta enerji harcanması sonucu bazı düzeylerde farklılıklar oluyor. Bazal metabolizmanın düzene girmesi için en az şekilde enerji harcamak için canlı uyuyor*” yanıtında olduğu gibi sorudaki uyku uyuma nedeninin bazal metabolizmaya dayandırıldığı yanıtları içersinde barındırmaktadır. Bu tür öğrenci düşüncelerine aşağıda verilen görüşme kayıtlarında da rastlanmaktadır.

**Görüşmeci:** Bu aktivitelerden sonra (koşma, yemek yeme), son olarak uyuduğunu varsayalım, peki bu durumun enerji ile ilgili bir ilişkisi var mı? nasıl açıklarsın?

**Öğrenci 3 (üniversite):** Uykuda metabolizma yavaşlıyor. Organlar görevini yapıyor ama istemsiz halde. Enerjii biraz kullanılıyor.

**Öğrenci 7 (üniversite):** Gün boyunca yapılan aktiviteler fazla olduğu için gece uyuduğumuzda beynimiz solunum-dolaşım yapar. Uyuduğumuz zaman vücut enerji tüketimini aza indiriyor. Enerjii az kullanıyor. Enerji az miktarda harcanıyor

Üniversite öğrencilerinde yer alan bir diğer kavram yanlıgısı ise sindirimin gerçekleşmesi için gerekli enerjinin temin edilerek vücudun dinlenmesi için uyku eyleminin yapıldığı düşüncesidir. Aşağıda bu doğrultuda değerlendirilebilecek bir öğrenci fikri sunulmaktadır.

**Görüşmeci:** Bu aktivitelerden sonra (koşma, yemek yeme), son olarak uyuduğunu varsayalım, peki bu durumun enerji ile ilgili bir ilişkisi var mı? nasıl açıklarsın?

**Öğrenci 3 (üniversite):** Bütün gün hareket ediyorum, hücrelerimde metabolik atıklar birikiyor. Bu dengenin sağlanabilmesi için atıkların atılması gerekiyor ve uyumalıyım. Bu sayede enerji kazanmış oluyorum ve kalktıgımda, akşam yediğim yemek sindirilmiş oluyor.

Tablo 4.12 İlköğretim ve Üniversite Öğrencilerinin KAT-1 ve KAT-2' nin. 4. Sorusunun Üçüncü Alt Sorusuna Verdikleri Yanıtların Karşılaştırılması

Düzye	Yanıt Kategorileri	İlköğretim (%)	Üniversite (%)
A	<b>Bilimsel anlamda kabul edilebilecek tam yanıt.</b>	0	0
B	<b>Bilimsel olarak doğru ama eksik yanıtlar.</b>	56.93	64.13
C	<b>Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar yanıt</b>	35.20	32.22
D	<b>Kodlanamaz</b>	3.75	1.99
E	<b>Yanıt yok</b>	4.12	1.66
<b>Toplam</b>		<b>100</b>	<b>100</b>

Kavramsal anlama testinin 4. sorusunun üçüncü alt sorusuna denk düşen bu soruya, ilköğretim ve üniversite gruplarının yanıtları açısından kıyasa meydan veren Tablo 4.12 incelendiğinde daha öncede belirtildiği gibi her iki grubunda bu alt soruya tam doğru yanıt veremediği görülmektedir. Bu tabloya göre diğer iki alt soruda olduğu gibi grupların yanıt yüzdelerindeki yakınlık dikkat çekmektedir. Bilimsel olarak doğru ama eksik yanıtlar üst kategorisinde yer alan ve sırasıyla B2 (% 49,44) ve B3 (% 39,21) düzeyinde yer alan en yüksek yüzdeli öğrenci yanıt türleri Ali' nin kaybettiği enerjiyi uyku ile geri kazanacağı ana fikrini benimsemektedir. Bu yanıt türünde enerjinin nasıl kazanılacağına ya da neden kazanılacağına değinilmemektedir. Bunun yanında bilimsel olarak kabul edilemez yanıt kategorileri karşılaştırıldığında, ilköğretim grubu yanıtlarının ağırlıklı olarak günlük dilde yer alan “*Yemek yedikten sonra uykum geldi. Üzerime ağırlık çöktü/bastırıldı*” türünden ifadeleri içerdiği (% 23,22), üniversite grubunun ise bazal metabolizma konusu ile karıştırdıkları görülmektedir (% 17,61).

#### 4.1.5 İlköğretim 8. Sınıf ve Üniversite Öğrencilerine Uygulanan Kavramsal Anlama Testlerinin 5. Sorusuna Ait Bulgular

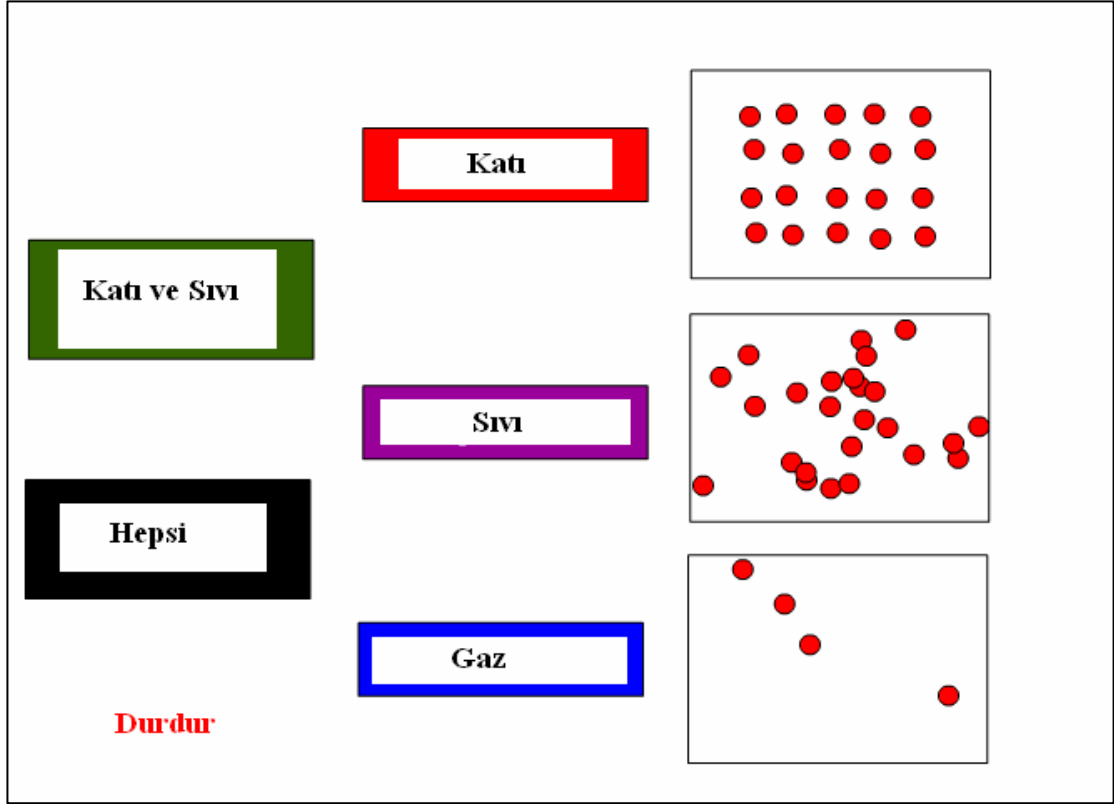
Kavramsal anlama testlerinin her ikisinde de 5. soru olarak yer alan bu soru ile, enerji bağlamında hal değişimi ile maddede meydana gelen değişimlerin makroskobik ve mikroskobik açıdan değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Sorunun

bilimsel olarak tam doğru yanıtı, “Kıta halde tanecikler birbirine en yakındır. Isıtılarak sıvı hale geçer. Sıvı halde tanecikler birbirinden biraz daha uzaklaşır. Burada verilen ısı enerjisi kinetik enerjiye dönüşür. Tanecikler daha hızlı hareket eder. Ayrıca katıdan sıvıya, sıvıdan gaz haline geçerken dışarıdan ısı vermek gerekir. Verilen ısı enerjisi taneciklerin enerjisini artırır.” ifadesidir. Şekil 4.30’ da verilen bu soruya ilişkin yapılan görüşmelerde “Macromedia Flash 8.0” programında hazırlanmış bir animasyon kullanılmıştır. Şekil 4.31’ de bir kesiti verilen bu animasyon ile maddenin her üç halinin molekülleri ayrı-ayrı ve birlikte hareket ettirilebilmekte ve istenildiği an durdurularak her üç halde de moleküllerin durumu gözlenebilmektedir. İlköğretim (Tablo 4.13) ve üniversite (Tablo 4.14) öğrencilerinin soruya ilişkin yanıtlarının yapılan görüşmelerle desteklenmesi ile elde edilen bulgu ve yorumlar tablolar ile birlikte aşağıda verilmektedir. Her gruba ait yanıtlar temelinde oluşan ortak ve farklı kategorilerin görülerek karşılaştırılma imkanının da sağlanabildiği karşılaştırma tablosu da (Tablo 4.3) öğrencilerin soruya yaklaşımlarının çarpıcı yönlerinin yorumu eşliğinde bu bölümün sonunda verilmektedir.

5) Madde ister katı, ister sıvı, ister gaz halinde olsun gözle göremediğimiz kadar küçük taneciklerden oluşmaktadır. Maddenin katı, sıvı ve gaz ( Örneğın buz, su, su buharı ) halindeki taneciklerinin enerjileri aşağıda verilen kutucuklardan hangisinde doğru olarak verilmiştir? İlgili kutucuğu işaretleyiniz ve seçiminizin nedenini boş bırakılan bölüme ayrıntıları ile açıklayınız.

Su Buharı > Buz > Su      İşaretlediğim seçeneği seçtim, Çünkü;.....  
 Buz > Su > Su Buharı      .....  
 Su Buharı > Su > Buz      .....  
 Su = Su Buharı = Buz      .....  
 Yukarıdakilerin dışında      .....

Şekil 4.30 Kavramsal anlama testi 5. sorusu



Şekil 4.31 KAT-1 ve KAT-2’de Yer Alan 5. Soru İçin Kullanılan Animasyondan Bir Kesit

Tablo 4.13 İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin KAT-1’ in 5. Sorusuna Verdikleri Yanıtlar

Düzyey	Yanıt Kategorileri	Frekans	
		N	(%)
<b>A</b>	<b>Maddenin fiziksel haline göre enerjinin açıklandığı durumlar.</b>		
<b>1</b>	<b>Enerjinin hem makroskobik hem de mikroskobik boyutta tam ve doğru olarak açıklandığı ifadeler.</b>		
<b>1a</b>	Katı halde tanecikler birbirine en yakındır. Isıtılarak sıvı hale geçer. Sıvı halde tanecikler birbirinden biraz daha uzaklaşır. Burada verilen ısı enerjisi kinetik enerjiye dönüşür. Tanecikler daha hızlı hareket eder. Ayrıca katıdan sıvıya, sıvıdan gaz haline geçerken dışarıdan ısı vermek gerekir. Verilen ısı enerjisi taneciklerin enerjisini artırır.	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Toplam</b>		<b>0</b>	<b>0</b>
<b>2</b>	<b>Enerjinin makroskobik boyutta doğru ancak eksik açıklandığı ifadeler.</b>		
<b>2a</b>	<b>Fiziksel hal ve düzensizlik kavram ile ilişkilendirilen ifadeler</b>	<b>9</b>	<b>3.38</b>
	Buzun potansiyel enerjisi en büyüktür çünkü en düzenli halde olan odur. Daha sonra su ve en düzensiz halde de su buharıdır.		
<b>2b</b>	<b>Verilen ısı enerjisi ile maddenin enerjisinin ilişkilendirildiği ifadeler</b>	<b>20</b>	<b>7.49</b>
	Buz suya dönüşürken ısı alır. Su da su buharına dönüşürken ısı alır. Bu nedenle su buharının enerjisi daha büyüktür, buzun en küçüktür.		
<b>2c</b>	<b>Maddenin fiziksel hallerine göre enerjinin kıyaslandığı ifadeler</b>	<b>22</b>	<b>8.24</b>
	Katı halden gaz hale doğru gittikçe enerji artar.		
<b>Toplam</b>		<b>51</b>	<b>19.11</b>



Tablo 4.13' ün devamı

<b>3</b>	<b>Enerjinin mikroskobik boyutta doğru ancak eksik açıklandığı ifadeler.</b>				
<b>3a</b>	<b>Titreşim kavramına dayalı kabul edilebilir yanıtlar.</b>		<b>8</b>	<b>3.00</b>	
	Aralarındaki boşluk çok olan daha rahat hareket eder ve aralarındaki titreşim daha fazladır. Enerji sıralamaları da böyledir.				
<b>3b</b>	<b>Moleküllerin hareketliliği, moleküller arası uzaklık ve çekim kuvveti ile ilişkilendirildiği ifadeler</b>		<b>82</b>	<b>30.71</b>	
	Maddenin gaz halinde tanecikler arası çekim kuvveti çok azdır ve maddenin tanecikleri arasındaki boşluk maddenin diğer hallerine göre daha fazla olduğundan enerjileri de büyüktür.				
<b>Toplam</b>			<b>90</b>	<b>33.71</b>	
<b>B</b>	<b>Enerjinin başka kavramlarla yanlış ilişkilendirildiği durumlar.</b>				
<b>1</b>	<b>Maddenin düzensizliğinin enerji kavramıyla ilişkilendirildiği kabul edilemez yanıtlar.</b>		<b>9</b>	<b>3.37</b>	
	Katı haldeki buz daha düzenlidir. Sıvı olan su biraz düzenlidir. Su buharı gaz olduğundan düzensiz haledir ve enerjisi en küçüktür.				
<b>2</b>	<b>Yoğunlukla ilişkili ifadeler.</b>		<b>47</b>	<b>17.61</b>	
	Buz daha yoğun ve sıktır.Yoğun cismin enerjisi daha fazladır.				
<b>3</b>	<b>Hareket ile enerjinin azaldığının belirtildiği ifadeler.</b>		<b>8</b>	<b>3.00</b>	
	Buz diğerlerine göre hiç hareket edememekte ve enerjisi daha fazladır. Su ve su buharı daha rahat edebildiklerinden enerjileri sırasıyla küçüktür.				
<b>4</b>	<b>Boşluk kavramı ile ilişkili yanıtlar.</b>		<b>7</b>	<b>2.62</b>	
	Katı çok sıkı taneciklerle donanmıştır. Sıvıda bu düzen azalırken gazlarda boşluk en çoktur. Enerji sıralaması katı>sıvı>gaz şeklinde olur.				
<b>5</b>	<b>Tanecikler arası çekim kuvvetine dayalı açıklamalar.</b>		<b>16</b>	<b>23</b>	<b>8.61</b>
	Katı haldeyken yani buz iken tanecikler arası çekim kuvveti çok fazladır ve enerjileri en fazladır. Suda ise bu durum biraz daha azdır. Su buharında ise tanecikler arası çekim kuvveti yok denecek kadar azdır dolayısıyla enerjileri de en azdır.				
<b>6</b>	<b>Enerjinin korunumu yasasına dayalı açıklamalar.</b>		<b>13</b>	<b>4.87</b>	
	Hepsi aynı madde olduğundan enerji korunur. Bu nedenle taneciklerinin enerjileri eşittir.				
<b>Toplam</b>			<b>107</b>	<b>40.08</b>	
<b>C</b>	<b>Kodlanamaz</b>		<b>8</b>	<b>3.00</b>	
<b>D</b>	<b>Yanıt yok</b>		<b>11</b>	<b>4.13</b>	
<b>Toplam</b>			<b>267</b>	<b>100</b>	

İlköğretim 8. sınıf öğrencileri Tablo 13' te de görüldüğü gibi kavramsal anlama testinde yer alan 5. soruya makroskobik ve mikroskobik açıdan bir yaklaşım gösteremeyip, bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar verememişlerdir.

Bunun yanında öğrencilerin % 33.71' i enerjii yalnız mikroskobik açıdan yorumlamaya çalışarak yanıtlarında eksik açıklamalar getirmektedir. Bu gruptaki öğrencilerin %30.71' i taneciklerdeki enerjii; 232 kod numaralı öğrencinin

“Gazlarda tanecikler arası uzaklık sıvı ve katıya göre daha fazladır. Bu nedenle gaz tanecikleri diğer iki hale göre daha aktif ve hareketlidir. Ayrıca gaz tanecikleri hareketli olduklarından aralarındaki çekim kuvveti de sıvıya göre, sıvıda katıya göre daha azdır” yanıtında olduğu gibi, buzdan su buharına doğru gidildikçe moleküller arası çekim kuvvetinin azalacağı, moleküller arası uzaklığın ve moleküllerin hareketliliğinin artacağından enerjilerinin de artacağı görüşündedirler. Aşağıda bu kategoriye örnek olarak verilebilecek öğrenci 4 ile yapılan görüşmeden alınan bir alıntıya yer verilmektedir. Bu öğrenci animasyon gösterilmeden önce katı maddelerin taneciklerinin enerjisinin daha fazla olduğunu düşünürken, animasyon ile birlikte fikrini değiştirmiş ve moleküller arası çekim ile hareket kabiliyetine dayanan eksik bir açıklama getirmektedir.

**Görüşmeci:** Taneciklerinin enerjileri açısından, maddenin katı sıvı ve gaz halini karşılaştırabilir misin?

**Öğrenci 4 (ilköğretim):** Burada katının enerjisi daha yüksektir

**Görüşmeci:** Neden?

**Öğrenci 4 (ilköğretim):** Katı daha az enerjili oldukları için birbirlerini daha az çekiyorlar diye düşündüm

**Görüşmeci:** Katının enerjisi daha yüksek demiştin? (*Animasyon gösterilir*) Şimdi burada taneciklerin durumu hakkında yorum yapabilir misin?

**Öğrenci 4 (ilköğretim) :** Hayır bence su buharının daha fazla olmalı

**Görüşmeci:** Neden? Nerden alıyor bu enerjiyi pekiyi.

**Öğrenci 4 (ilköğretim):** Birbirlerine yakın olduklarından oradan enerji alıyorlar

**Görüşmeci:** [*Animasyon işaret edilir*]

**Öğrenci 4 (ilköğretim):** Evet bilgisayardaki bu görüntüde işte benim söylediğim gibi yani, su buharı molekülleri daha hareketli daha serbest, enerji onlarda daha fazla sonra zaten su ve buz geliyor.

Öte yandan örneklemin % 19.11 yanıtlarında enerjiye, maddenin fiziksel hali (% 8.24) ya da maddeye verilen ısı enerjisi (% 7.49) gibi makro boyutta bir yorum getirmektedirler.

Bunun yanında % 40.08 oranındaki öğrenci topluluğu ise maddenin değişik formlarının enerjisiyi “düzensizlik, yoğunluk, yükseklik ve boşluk” gibi enerji kavramının dışında kavramlarla açıklamaktadırlar. Burada öğrencilerin %17.61’ i buzun sudan ve su buharından, suyunda su buharından daha yoğun ve sıkı olduğunu bununda cismin enerjisini arttırdığını belirtmektedirler. 31 kod numaralı öğrencinin “*Buz bu maddeler içinde en düzenli yani sıkı haldedir. Tanecik yapısının düzenli olması daha fazla enerji vermesinden buz>su>su buharı şeklindedir*” yanıtı ve aşağıda öğrenci 1 ve öğrenci 4 ile yapılan görüşmeden verilen alıntılar, tanecik enerjisinin yoğun olma durumuna bağlandığı bu B2 grubuna örnek olarak verilebilir.

**Görüşmeci:** Taneciklerinin enerjileri açısından, maddenin katı sıvı ve gaz halini karşılaştırabilir misin?

**Öğrenci 1 (ilköğretim):** Bir kere eşit değildir.

**Görüşmeci:** Neden?

**Öğrenci 1 (ilköğretim):** Çünkü tanecikleri aynı sıklıkta değildir.

**Öğrenci 4 (ilköğretim):** Çünkü daha topludurlar, yani tanecikler birbirlerine daha yakın.

**Öğrenci 1 (ilköğretim) :** Buzun enerjisi daha büyük gibi, çünkü daha sıktır.

**Görüşmeci:** Neden sıkı olmasıyla enerjisi daha büyüktür.

**Öğrenci 1 (ilköğretim):** Bilmiyorum ama öyle.

**Öğrenci 4 (ilköğretim):** Çünkü katıda enerjiler boşa gidemiyorlar, sıvıda gidebiliyor kaçabiliyor.

**Görüşmeci:** (Animasyon gösterilir) Diğerleri (su, su buharı) için ne diyeceksin?

**Öğrenci 1 (ilköğretim):** Su buharı daha serbest su da buza göre daha serbest.

Yüzde 8.61’ lik bir öğrenci grubu ise yanıtlarını sadece tanecikler arası çekim kuvvetine dayandırmaktadırlar. Burada öğrencilerin bir kısmı 106 kod numaralı öğrencinin yanıtında olduğu gibi tanecikler arası çekimin buz haldeyken çok fazla

olduğundan enerjisinin en fazla olduğu ana fikrini belirtirken, bir diğer kısmı da 250 kod numaralı öğrencinin yanıtında olduğu gibi su buharının enerjisinin fazla olmasının tanecikler arası çekim kuvvetinin fazla olmasından kaynaklandığı fikrine yanıtlarında yer vermektedirler.

KAT-2' de de 5. soru olarak yer alan bu soruya Tablo 14' te görüldüğü gibi üniversite öğrencilerinin % 81.76' sı bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar vermişlerdir. Bu yüksek orandan % 25.92' si soruda enerjiji “*Katı halde tanecikler birbirine en yakındır. Isıtılarak sıvı hale geçer. Sıvı halde tanecikler birbirinden biraz daha uzaklaşır....*” ifadesi ile makroskobik “*katıdan sıvıya, sıvıdan gaz haline geçerken dışarıdan ısı vermek gerekir. Verilen ısı enerjisi taneciklerin enerjisini artırır...*” ifadesi ile de mikroskobik boyutta açıklayarak tam ve doğru yanıt şablonuna uyan öğrencileri göstermektedir.

Öğrencilerin % 13.29' u enerjiji, “*düzensizlik-çarpışma sıklığı, verilen ısı enerjisi*” gibi kavramlarla ilişkilendirerek yalnızca mikroskobik bir bakış açısı sergilemekte ve eksik yanıtlar kategorisine düşen yanıtlar vermektedirler.

Öte yandan su buharının sudan, suyunda buzdan enerjisinin fazla olmasının nedenini, enerjinin tanecikler arası mesafe ve hareketlilik ile doğru orantılı olmasına ve bu durumunda tanecikler arası mesafeyi azaltacağı fikrine yoran öğrenci yanıtlarının % 42.55 gibi yüksek bir yüzde de olması da dikkat çekicidir. Makroskobik açıdan düşünülen bu bakış aşağıda öğrenci 7 ve öğrenci 8' e ait örnek alıntılarla açıklanmaktadır.

**Görüşmeci:** Taneciklerinin enerjileri açısından, maddenin katı sıvı ve gaz halini karşılaştırabilir misin?

**Öğrenci 7 (üniversite):** Katıların tanecikleri bir arada, sıvıların biraz daha yakın, gazların daha uzak

**Görüşmeci:** Ne diyorsun o halde?

**Öğrenci 7 (üniversite):** Su buharı

**Görüşmeci:** Neden?

**Öğrenci 7 (üniversite):** Daha rahat hareket ettikleri için.

**Görüşmeci:** (*Animasyon gösterilir*) Şimdi ne dersin?

**Öğrenci 7 (üniversite):** Gazda daha hareketli bakın! Bence orada çarpışmada fazladır o nedenle gazların en büyük.

**Öğrenci 5 (üniversite):** Katıların hareket yetenekleri kısıtlıdır, hareket edemedikleri içinde bir sıkışma oluyor

Öğrencilerin % 14.57' si ise taneciklerin enerjisini bilimsel olarak kabul edilemeyecek, çarpışma sıklığı ve yükseklik vb. kavramlarla yanlış ilişkilendirmişlerdir. Bu grupta da % 4.92' lik yanıt oranı ile, buzdaki moleküllerin su ve su buharına göre, sudakilerin de su buharı moleküllerine göre daha çok birbirlerini çektikleri görüşü hakimdir. Bu çekimi yenmek için buz' a daha çok enerji vermek gerektiği görüşünde de birleşilerek, tanecikler arası çekim kuvvetine dayalı yanlış bir açıklamada bulunulmuştur.

Tablo 4.14 Öğrencilerinin KAT-2' nin 5. Sorusuna Verdikleri Yanıtlar

Düzyey	Yanıt Kategorileri	Frekans	
A	Maddenin fiziksel haline göre enerjinin açıklandığı durumlar.	N	(%)
1	<b>Enerjinin hem makroskobik hem de mikroskobik boyutta tam ve doğru olarak açıklandığı ifadeler.</b>		
1a	Katı halde tanecikler birbirine en yakındır. Isıtılarak sıvı hale geçer. Sıvı halde tanecikler birbirinden biraz daha uzaklaşır. Burada verilen ısı enerjisi kinetik enerjiye dönüşür. Tanecikler daha hızlı hareket eder. Ayrıca katıdan sıvıya, sıvıdan gaz haline geçerken dışarıdan ısı vermek gerekir. Verilen ısı enerjisi taneciklerin enerjisini artırır.	78	25.92
<b>Toplam</b>		<b>78</b>	<b>25.92</b>
2	<b>Makroskobik boyutta doğru ancak eksik açıklamalar içeren ifadeler</b>		
2a	<b>Verilen ısı enerjisi ile maddenin enerjisini ilişkilendirenler.</b>		
	Buzu önce suya daha sonra da suyu su buharı haline dönüştürebilmek için dışarıdan ısı enerjisi verilir. Madde bu ısı enerjisini alır ve enerji seviyesi yükselir	40	13.29
<b>Toplam</b>		<b>40</b>	<b>13.29</b>
3	<b>Mikroskobik boyutta doğru ancak eksik açıklamalar içeren ifadeler</b>		
3a	<b>Düzensizlik ve çarpışma sıklığı ile enerjiyi ilişkilendirenler.</b>		
	En fazla enerji su buharında vardır. Su buharında tanecikler hareket halinde ve düzensiz olduklarından birbirine çok çarpışır ve enerjileri de diğerlerine göre yüksek olur. Sonra su en son olarak katı halde olan buzun enerjisi küçüktür	44	14.63
3b	<b>Moleküllerin hareketliliği, moleküller arası uzaklık ve çekim kuvveti ile ilişkilendirildiği ifadeler</b>		
	Maddeleri oluşturan tanecikler arasındaki mesafe arttıkça hareket yetenekleri artacak ve moleküller birbirlerini daha az çekmeye başlayacak enerjileri de artacaktır. Bu durumda en fazla enerji su buharında sonra su ve sonrada buzdadır	84	27.92
<b>Toplam</b>		<b>128</b>	<b>42.55</b>
B	<b>Enerjinin başka kavramlarla yanlış ilişkilendirildiği durumlar.</b>		
1	<b>Sıcaklıkla maddenin halini ilişkilendirenler.</b>		
	Aynı maddenin gaz halinin sıcaklığı daha fazla olduğundan gaz halinin enerjisi sıvı ve katı hale göre daha büyük olur.	3	0.99
2	<b>Kararsızlık kavramı ile ilişkili ifadeler</b>		
	Maddeler kararlı yapıda kalabilmek için enerji verirler. Kararsızlık yüksek enerjiden kaynaklanır. Madde enerji vererek kararlı olur. O halde soruya baktığımızda su buharı suya, suda buza göre daha karardır. Enerji sıralaması da yine bu şekildedir	2	0.67
3	<b>Kimyasal bağ kavramına dayalı açıklamalar.</b>		
	Maddelerin moleküllerini koparmak için enerjiye ihtiyaçları vardır. Buzdan su buharına gidildikçe moleküller arası bağlar zayıflar ve kopar. Moleküller birbirlerinden ayrıldıkça bir enerji kazanırlar.	7	2.34
4	<b>Yükseklik kavramı ile ilişkili ifadeler.</b>		
	Yükseklik olarak en fazla su buharı en az buzdur. Bu yükseklik farkı aralarında potansiyel enerji farkını doğurur. Enerjide yükseklikle doğru orantılı olduğundan, su buharı>su>buz sıralaması olmalıdır.	2	0.66
5	<b>Tanecikler arası çekim kuvvetine dayalı açıklamalar.</b>		
	Biz buza ısı verdiğimiz zaman bir enerji açığa çıkacaktır. Bir buza madde molekülleri arasındaki çekim fazla olduğu için daha fazla ısı verilir, dolayısıyla daha fazla enerji ortaya çıkar. Bu durum su içinde böyledir. Ancak su molekülü arasındaki çekim kuvveti buza göre daha az olacağı için enerjisi buzdan az su buharından fazla olur.	15	4.92
6	<b>Çarpışma sıklığı ile ilişkili ifadeler.</b>		
	Buzda tanecikler birbirine çok yakın ve çarpışma teorisinden çarpışma olasılıkları çok yüksek. Bu şekilde kinetik enerji diğer fazlara göre daha yüksektir.	4	1.33

Tablo 4.14' ün Devamı

7	<b>Enerjinin korunumu yasasına dayalı açıklamalar.</b>	11	3.66
	Taneciklerin enerjisi her zaman aynıdır sadece form değiştirir. Su buharının taneciklerinin kinetik enerjileri daha fazlayken buz taneciklerinin potansiyel enerjileri daha fazladır. Yani enerji korunur ve her zaman toplam enerji sabittir.		
<b>Toplam</b>		<b>44</b>	<b>14.57</b>
<b>C</b>	<b>Kodlanamaz</b>	<b>7</b>	<b>2.34</b>
<b>D</b>	<b>Yanıt yok</b>	<b>4</b>	<b>1.33</b>
<b>Toplam</b>		<b>301</b>	<b>100</b>

Tablo 4.15 İlköğretim ve Üniversite Öğrencilerinin KAT' ın. 5. Sorusuna Verdikleri Yanıtların Karşılaştırılması

Düzyey	Yanıt Kategorileri	İlköğretim (%)	Üniversite (%)
<b>A</b>	<b>Maddenin fiziksel haline göre enerjinin açıklandığı durumlar</b>		
<b>A1</b>	<b>Enerjinin hem makroskobik hem de mikroskobik boyutta tam ve doğru olarak açıklandığı ifadeler.</b>	<b>0</b>	<b>25.92</b>
<b>A2</b>	<b>Makroskobik boyutta doğru ancak eksik açıklamalar içeren ifadeler.</b>	<b>19.11</b>	<b>13.29</b>
<b>A3</b>	<b>Mikroskobik boyutta doğru ancak eksik açıklamalar içeren ifadeler.</b>	<b>33.71</b>	<b>42.55</b>
<b>B</b>	<b>Enerjinin başka kavramlarla yanlış ilişkilendirildiği durumlar.</b>	<b>40.08</b>	<b>14.57</b>
<b>C</b>	<b>Kodlanamaz</b>	<b>3.00</b>	<b>2.34</b>
<b>D</b>	<b>Yanıt yok</b>	<b>4.13</b>	<b>1.33</b>
<b>Toplam</b>		<b>100</b>	<b>100</b>

Tablo 4.15' de görüldüğü gibi gruplar arasında bu soruya ilişkin yapılan karşılaştırmaya göre taneciklerin sahip oldukları enerjiyi hem makroskobik hem de mikroskobik boyutta açıklayarak bilimsel olarak tam yanıt veren öğrenciler üniversite grubunda % 25.92 iken, ilköğretim grubunda bu doğrultuda bir yanıt rastlanamamıştır. Her iki örneklem grubunun da yaklaşık olarak yarısına denk düşen bir oranı ise (Tablo 4.3' te A2, A3 kategorileri toplamı) enerjiyi *düzensizlik ve maddeye verilen ısı enerjisi* (ilköğretim % 19.11 ve üniversite % 13.29) gibi kavramları kullanarak yalnız makroskobik ya da *çarpışma sıklığı, moleküller arası uzaklık, çekim kuvveti ve titreşim* (ilköğretim % 33.71 ve üniversite % 41.55) gibi kavramlardan yola çıkarak enerjiyi sadece mikroskobik boyutta yorumlamaya gitmişlerdir. Kısmi doğru olarak nitelendirilebilecek bu yanıt türünde grupların

oransal açıdan yakınlıkları dikkat çekicidir. Bunun dışında yukarıda bahsedilen kavramlarla ve diğer başka kavramlarla (*boşluk, yükseklik, kararsızlık, sıcaklık, yoğunluk*) enerjiyi yanlış ilişkilendiren öğrenciler ilköğretimde % 40.08 gibi çok yüksek orana ulaşırken , üniversite düzeyinde bu oran % 14.57' de kalmıştır. Aşağıda bu duruma örnek olabilecek hem ilköğretim hem de üniversite öğrencileri ile yapılan görüşmelere yer verilmiştir.

**Görüşmeci:** Taneciklerinin enerjileri açısından, maddenin katı sıvı ve gaz halini karşılaştırabilir misin?

**Öğrenci 6 (üniversite):** Katılarda tanecikler birbirine daha yakın sonra sıvı, gaz da ondan daha uzak

**Öğrenci 10 (ilköğretim):** Buzda daha fazla enerji var

**Görüşmeci:** Neden?

**Öğrenci 10 (ilköğretim):** Tanecikler arası boşluk katılarda en az ondan enerjileri çoktur. Ondan, diye düşünüyorum

**Öğrenci 6 (ilköğretim):** Tanecikler birbirine daha yakın olduğu için

**Öğrenci 3 (ilköğretim):** Çünkü katıda 50 tane tanecik varsa Su buharında 10 tane varsa, katı daha sıkı, gaz ise daha çok hareket ettiği için enerji kalmıyor

Yukarıdaki alıntıda öğrencilerin su buharındaki taneciklerin çok hareket ettiklerinden dolayı enerjisinin azalacağını düşündükleri, bu yolla insan vasfına atıf yaparak kişiselleştirme yoluna gittikleri görülmektedir.

#### **4.1.6 İlköğretim 8. Sınıf ve Üniversite Öğrencilerine Uygulanan Kavramsal Anlama Testlerinin 8. Sorusuna Ait Bulgular**

İlköğretim ve üniversite gruplarına uygulanan kavramsal anlama testlerinin her ikisinde de yer alan kimya alanına ait bu soru, iki alt sorudan oluşmaktadır. Kimyasal bağların oluşma ve kopma durumlarını enerji açısından tartışmaya açan bu sorunun Şekil 4.32' de verilen ilk aşamasının bilimsel olarak tam doğru yanıtı “*Su oluşumu sırasında, H<sub>2</sub> molekülündeki (H — H) bağ kopar. Bu esnada enerji gerekir*”



ifadesi iken Şekil 4.33' te verilen ikinci alt sorunun bilimsel olarak tam doğru yanıtı “Suyun oluşumunda, (  $H_2O$  ) molekülündeki (  $H - O$  ve  $O - H$  ) bağlar oluşur. Bu esnada enerji açığa çıkar.” yanıtıdır. Soru için görüşme sürecinde kullanılan animasyonlardan birer kesit (Şekil 4.33), her iki öğrenim düzeyinde yer alan öğrencilerin yanıt yüzdelerini gösteren tablolar ve görüşme kayıtlarından alıntılar ile yanıtlar bağlamında iki öğrenim düzeyi arasındaki farkı gözler önüne seren tablolarda bu bölümde verilmektedir.

8) Kimyasal bağ, bir maddeyi oluşturan atomları bir arada tutan kuvvet olarak tanımlanır. Aynı zamanda kimyasal tepkimeler maddelerin etkileşimleri sonucunda oluşur. Her gün içtiğimiz su, yanıcı hidrojen gazıyla yakıcı oksijen gazından oluşmaktadır. Bu olay aşağıda kimyasal eşitlik halinde verilmiştir.

$$2 \text{ H} - \text{H} + \text{O} = \text{O} \longrightarrow 2 \begin{array}{c} \text{O} \\ / \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$$

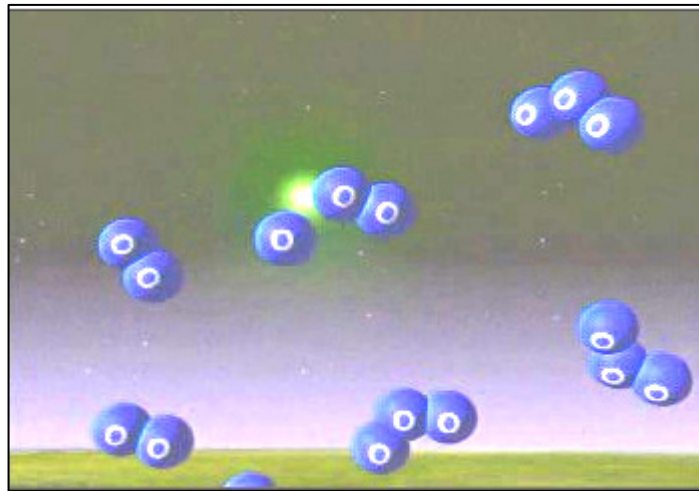
(H<sub>2</sub>)                      (O<sub>2</sub>)                      (H<sub>2</sub>O)

Yukarıdaki tepkime eşitliğine göre, aşağıdaki kimyasal bağlar ile ilgili verilen durumları uygun kutucuğu işaretleyerek tamamlayınız.

a) Su oluşumu sırasında, H<sub>2</sub> molekülündeki ( H - H ) bağ  Kopar .  
 Oluşur .

Bu esnada ,  enerji gerekir.  
 enerji açığa çıkar,

Şekil 4.32 KAT-1 ve KAT-2’de Yer Alan 8. Sorusunun İlk Aşaması



Şekil 4.33 KAT-1 ve KAT-2’de Yer Alan 8. Sorunun İlk Aşaması İçin Kullanılan Animasyondan Bir Kesit

Tablo 4.16 İlköğretim Öğrencilerinin KAT-1' in 8. Sorusunun İlk Aşamasına Verdikleri Yanıtlar

Düzyey	Kategoriler	Frekans	
		N	(%)
<b>A</b>	<b>Bilimsel anlamda kabul edilebilecek yanıtlar.</b>		
<b>1</b>	Su oluşumu sırasında, H <sub>2</sub> molekülündeki ( H — H ) bağ kopar. Bu esnada enerji gerekir.	<b>67</b>	<b>25.09</b>
<b>Toplam</b>		<b>67</b>	<b>25.09</b>
<b>B</b>	<b>Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar.</b>		
<b>1</b>	Su oluşumu sırasında, H <sub>2</sub> molekülündeki ( H — H ) bağ kopar. Bu esnada enerji açığa çıkar.	<b>109</b>	<b>40.82</b>
<b>2</b>	Su oluşumu sırasında, H <sub>2</sub> molekülündeki ( H — H ) bağ oluşur. Bu esnada enerji gerekir.	<b>42</b>	<b>15.73</b>
<b>3</b>	Su oluşumu sırasında, H <sub>2</sub> molekülündeki ( H — H ) bağ oluşur. Bu esnada enerji açığa çıkar.	<b>29</b>	<b>10.86</b>
<b>Toplam</b>		<b>180</b>	<b>67.41</b>
<b>C</b>	<b>Kodlanamaz</b>	<b>13</b>	<b>4.87</b>
<b>D</b>	<b>Yanıt yok</b>	<b>7</b>	<b>2.63</b>
<b>Toplam</b>		<b>267</b>	<b>100</b>

Tablo 4.16' da görüldüğü gibi kavramsal anlama testinin 8. sorusunun ilk kısmına ilköğretim öğrencilerinin % 25.09' u bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar vermişlerdir. Suyun oluşumu için öncelikle H<sub>2</sub> molekülündeki tekli bağın kopacağı ve bunun içinde enerji gerektiği öğrencilerin % 67.41' i tarafından düşünülmemeyerek yüksek oranda bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar verilmiştir. Bu kategoride % 40.82 ile H<sub>2</sub> molekülündeki bağ kopması sonucu bir enerjinin açığa çıktığını belirten öğrenci yanıtları dikkati çekmektedir. Aşağıda öğrenci 10 ile yapılan görüşmeden verilen alıntıdan da anlaşılacağı gibi bu yanıt türünü veren öğrenciler kimyasal bağı adeta yakıt gibi düşünerek, *yakıt enerji içerir* mantığından hareketle bu bağın kopması ile bir enerji çıkışı olacağı kavram yanlışlığına sahiptirler. Bu doğrultuda izletilen bir animasyon üzerine yapılan tartışma ile bu yanlış fikrin kalıcılığı daha net görülebilmektedir.

**Görüşmeci:** Su molekülleri arasında kimyasal bir bağ var mıdır?

**Öğrenci 10 (ilköğretim):** Evet

**Görüşmeci:** (*Animasyon gösterilir*) Su molekülünün oluşumunu kavramsal anlama testinde verilen tepkimede görüyorsun, bu esnada Hidrojen ve Oksijen molekülleri arasındaki bağlara ne oluyor? Burada enerji ile ilgili bir durum söz konusu mu?

**Öğrenci 10 (ilköğretim):** Evet bir enerji ortaya çıkar

**Görüşmeci:** Neden?

**Öğrenci 10 (ilköğretim):** Çünkü bağ bir enerji deposudur, kopunca enerji boşalması olur?

**Görüşmeci:** Animasyon için ne diyeceksin ?

**Öğrenci 10 (ilköğretim):** Benim söylediğimin tam tersi var burada ama tam bilmiyorum

Yüzde 4.87' lik öğrenci grubu da soruyu oluşturan iki cümleli seçimli iki kısımdan en az birisinde seçim yapmayarak boş bırakmış ya da seçimlerinde iki kutucuğu da işaretlemişlerdir. Bu öğrencilerin yanıtları kodlanamaz yanıt kategorisini oluşturmaktadır.

Tablo 4.17 Üniversite Öğrencilerinin KAT-2' nin 8. Sorusunun İlk Aşamasına Verdikleri Yanıtlar

Düzyey	Kategoriler	Frekans	
A	Bilimsel anlamda kabul edilebilecek yanıtlar.	N	(%)
1	Su oluşumu sırasında, H <sub>2</sub> molekülündeki ( H — H ) bağ kopar. Bu esnada enerji gerekir.	141	46.84
<b>Toplam</b>		<b>141</b>	<b>46.84</b>
B	Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar.		
1	Su oluşumu sırasında, H <sub>2</sub> molekülündeki ( H — H ) bağ kopar. Bu esnada enerji açığa çıkar.	79	26.25
2	Su oluşumu sırasında, H <sub>2</sub> molekülündeki ( H — H ) bağ oluşur. Bu esnada enerji gerekir.	38	12.63
3	Su oluşumu sırasında, H <sub>2</sub> molekülündeki ( H — H ) bağ oluşur. Bu esnada enerji açığa çıkar.	29	9.63
<b>Toplam</b>		<b>146</b>	<b>48.51</b>
C	Kodlanamaz	10	3.32
D	Yanıt yok	4	1.33
<b>Toplam</b>		<b>301</b>	<b>100</b>

Tablo 4.17' de görüldüğü gibi kavramsal anlama testinin 8. sorusunun ilk kısmına üniversite öğrencilerinin % 46.84' ü bilimsel açıdan kabul edilebilir ve tam yanıtlar vermişken, % 48.51' i su oluşumu sırasında (H—H) bağının koptuğu ve bununla birlikte dışarıya enerji verildiği ya da (H—H) bağının oluştuğu bunun içinde enerji gerektiği veya enerji açığa çıktığı gibi bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar vermişlerdir. Aşağıda öğrenci 2 ile yapılan görüşmeden elde edilen verilerden bir alıntı sunulmaktadır.

**Görüşmeci:** Su molekülleri arasında kimyasal bir bağ var mıdır?

**Öğrenci 2 (üniversite):** Tabii ki.

**Görüşmeci:** (*Animasyon gösterilir*) Su molekülünün oluşumunu kavramsal anlama testinde verilen tepkimede görüyorsun, bu esnada Hidrojen ve Oksijen molekülleri arasındaki bağlara ne oluyor? Burada enerji ile ilgili bir durum söz konusu mu?

**Öğrenci 2 (üniversite):** Evet bağlar kopar ve koptuğu zamanda enerji açığa çıkıyor, yani dışarı veriliyor.

**Görüşmeci:** Neden?

**Öğrenci 2 (üniversite):** Bağ elektron ortaklaşması ile oluşmuştu. Bağ koptuğunda bu elektronlar dış yörüngelere çıkarlar ve sonra daha düşük enerjili bir yörüngeye dönerken ışık enerjisi yayar.

**Görüşmeci:** [*Animasyon işaret edilir*]

**Öğrenci 2 (üniversite):** Bu filmde [*Animasyon kastediliyor*] olduğu gibi doğru yani ortaklaşa kullanılan elektronu ayırmak için bir enerji gerekir.

Yukarıdaki diyalogdan anlaşılacağı üzere öğrenci 2 kimyasal bağın kopması ile elektronların saçılarak atom çekirdeğinden uzaklaşacağını ve bu sayede elektronun yüksek bir enerjiye sahip olacağını ve bu enerjisini düşük enerjili bir yörüngeye geçerken yayacağı yanlış fikrini benimsemiştir.

Bu soruda suyun oluşumu için öncelikle H<sub>2</sub> molekülündeki tekli bağın kopacağı ve bunun içinde enerji gerekeceğini betimleyen kutucuklardan oluşacak ifade doğru yanıt olması gerekirken, bu grupta yer alan % 26.25' lik bir öğrenci grubu ise su oluşumunda H<sub>2</sub> molekülündeki (H—H) bağın koptuğunu belirterek doğru bir bakış ortaya koymakta ama bu esnada enerji açığa çıktığını belirterek yanıtının yanlış kategorisini girmesine neden olmaktadır. Bu yanıt oranının yüksek olması dikkati çekicidir.

Tablo 4.18 İlköğretim ve Üniversite Öğrencilerinin KAT' ın. 8. Sorusunun İlk Aşamasına Verdikleri Yanıtların Karşılaştırılması

Düzyey	Yanıt Kategorileri	İlköğretim (%)	Üniversite (%)
<b>A</b>	<b>Bilimsel anlamda kabul edilebilecek yanıtlar.</b>		
<b>1</b>	Su oluşumu sırasında, H <sub>2</sub> molekülündeki (H—H) bağ kopar. Bu esnada enerji gerekir.	<b>25.09</b>	<b>46.84</b>
<b>Toplam</b>		<b>25.09</b>	<b>46.84</b>
<b>B</b>	<b>Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar.</b>		
<b>1</b>	Su oluşumu sırasında, H <sub>2</sub> molekülündeki (H—H) bağ kopar. Bu esnada enerji açığa çıkar.	<b>40.82</b>	<b>26.25</b>
<b>2</b>	Su oluşumu sırasında, H <sub>2</sub> molekülündeki (H—H) bağ oluşur. Bu esnada enerji gerekir.	<b>15.73</b>	<b>12.63</b>
<b>3</b>	Su oluşumu sırasında, H <sub>2</sub> molekülündeki (H—H) bağ oluşur. Bu esnada enerji açığa çıkar.	<b>10.86</b>	<b>9.63</b>
<b>Toplam</b>		<b>67.41</b>	<b>48.51</b>
<b>D</b>	<b>Kodlanamaz</b>	<b>4.87</b>	<b>3.32</b>
<b>E</b>	<b>Yanıt yok</b>	<b>2.63</b>	<b>1.33</b>

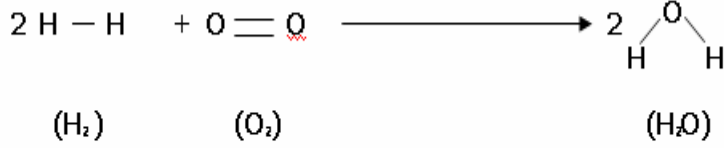
Testteki bu soruya cevap veren öğrencilerin % 3.32' si ise tabloda kodlanamaz kategorisinde sunulmuş olup, buradaki cevaplar soruyu oluşturan iki cümleli seçimli iki kısmından en az birisinde seçim yapılamayarak boş bırakılan ya da seçimlerde iki kutucuğunda birden işaretlenmesinden oluşmaktadır.

Kavramsal anlama testinin 8. sorusunun ilk aşamasına ilköğretim ve üniversite öğrencilerinin verdikleri yanıtların karşılaştırılmasının verildiği Tablo 4.18' de de görüldüğü gibi, üniversite düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt oranı ilköğretim öğrencilerin yaklaşık iki katına denk düşmektedir. Böyle bir sonuç su oluşumu sırasında H<sub>2</sub> molekülündeki (H—H) bağlarının kopacağını bilen üniversite öğrencilerinin daha büyük bir oranda bu esnada enerji gerekeceğini de düşündüklerini göstermektedir. Yine Tablo 4.18' de göre her iki öğrenim düzeyinin de alan yazında da en sık rastlanan *bağ kopmasında enerji açığa çıkması* yanılığını benimsedikleri görülmektedir.

Su oluşumu sırasında, H<sub>2</sub> molekülündeki bağın enerji ile ilişkiden sonra, su molekülündeki (H — O ve O — H ) bağların oluşumunun enerji açısından durumu

sorunun ikinci aşamasında sorgulanmaktadır. Buna ilişkin veriler aşağıda sunulmaktadır.

8) Kimyasal bağ, bir maddeyi oluşturan atomları bir arada tutan kuvvet olarak tanımlanır. Aynı zamanda kimyasal tepkimeler maddelerin etkileşimleri sonucunda oluşur. Her gün içtiğimiz su, yanıcı hidrojen gazıyla yakıcı oksijen gazından oluşmaktadır. Bu olay aşağıda kimyasal eşitlik halinde verilmiştir.

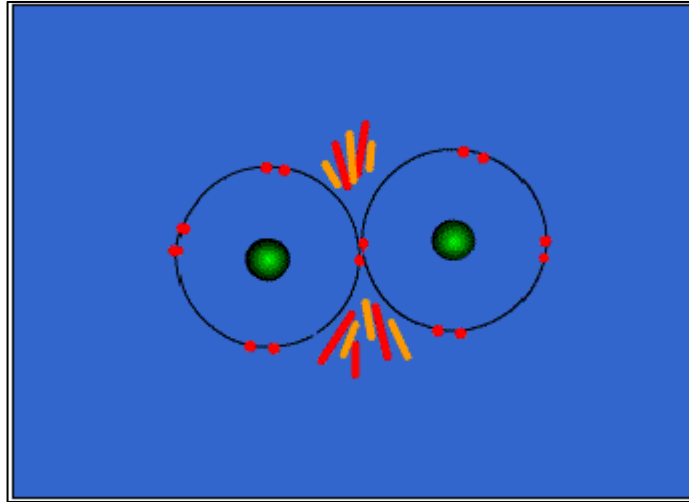


Yukarıdaki tepkime eşitliğine göre, aşağıdaki kimyasal bağlar ile ilgili verilen durumları uygun kutucuğu işaretleyerek tamamlayınız.

b) Suyun oluşumda, (H<sub>2</sub>O) molekülündeki (H—O ve O—H) bağlar  Kopar .  
 Oluşur .

Bu esnada ,  enerji gerekir.  
 enerji açığa çıkar.

Şekil 4.34 KAT-1 ve KAT-2’de Yer Alan 8. Sorununun İkinci Aşaması



Şekil 4.35 KAT-1 ve KAT-2’de Yer Alan 8. Sorunun İkinci Aşaması İçin Kullanılan Animasyondan Bir Kesit

Tablo 4.19 İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin KAT-1' in 8. Sorusunun İkinci Aşamasına Verdikleri Yanıtlar

Düzyey	Yanıt Kategorileri	Frekans	
		N	(%)
<b>A</b>	<b>Bilimsel anlamda kabul edilebilecek yanıtlar.</b>		
1	Suyun oluşumunda, ( H <sub>2</sub> O ) molekülündeki ( H — O ve O — H ) bağlar oluşur. Bu esnada enerji açığa çıkar.	99	37.07
<b>Toplam</b>		<b>99</b>	<b>37.07</b>
<b>B</b>	<b>Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar.</b>		
1	Suyun oluşumunda, ( H <sub>2</sub> O ) molekülündeki ( H — O ve O — H ) bağlar oluşur. Bu esnada enerji gerekir.	95	35.60
2	Suyun oluşumunda, ( H <sub>2</sub> O ) molekülündeki ( H — O ve O — H ) bağlar kopar. Bu esnada enerji açığa çıkar.	24	9.00
3	Suyun oluşumunda, ( H <sub>2</sub> O ) molekülündeki ( H — O ve O — H ) bağlar kopar. Bu esnada enerji gerekir.	29	10.90
<b>Toplam</b>		<b>148</b>	<b>55.8</b>
<b>C</b>	<b>Kodlanamaz</b>	<b>11</b>	<b>4.12</b>
<b>D</b>	<b>Yanıt yok</b>	<b>8</b>	<b>3.00</b>
<b>Toplam</b>		<b>267</b>	<b>100</b>

Tablo 4.19' da görüldüğü gibi kavramsal anlama testinin 8. sorusunun ikinci aşamasına ilköğretim öğrencilerinin % 37.07' si “Suyun oluşumunda ( H — O ve O — H ) bağlarının oluştuğu ve bununla enerji açığa çıktığı” kabul edilebilir yanıtlarını vermiş, % 55.8' i ise bu soruya bu oluşumla enerji gereksinimi olduğu (%35.6), suyun oluşumunda (H—O ve O—H) bağlarının koptuğu ve bununla enerji açığa çıktığı (% 9) ya da bağların koparken enerji gereksiniminin olacağı (% 10.9) gibi yanıtlarla bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar vermişlerdir. Bu grupta verilen öğrenci cevaplarının %35.6' sı gibi büyük bir oranının, suyun oluşumunda (H—O ve O—H) bağlarının da oluştuğunu, bu durum için de enerji gerekliliğini vurgulaması, öğrencilerin kopma/oluşma durumlarıyla enerji arasındaki ilişkiyi kuramadığının işaretidir. Bu yanıt kategorisine örnek olabilecek nitelikte öğrenci 5 ile yapılan görüşmeden elde edilen bir alıntı aşağıda verilmektedir. Bu öğrenci kimyasal bağı yakıt deposu olarak düşünmekte, bu deponun enerji içeriğinin oluşabilmesi içinde dışarıdan enerji verilmesi gerektiği düşüncesini savunmaktadır.

**Görüşmeci:** (Animasyon gösterilir) Su molekülünde bulunan bağları (H—O ve O—H) nasıl oluştu, peki burada enerji ile ilgili bir durum söz konusu mu?

**Öğrenci 5 (ilköğretim):** Mutlaka bir ilişki vardır.

**Görüşmeci:** Nasıl bir ilişki açıklayabilir misin?

**Öğrenci 5 (ilköğretim):** Enerji kimyasal bağda saklı olduğuna göre, bu bağ oluşurken dolayısıyla o enerjinin de oluşması için enerji vermeliyiz. Zaten bağın enerji içerdiğini animasyonda da görebiliyoruz.

Bunun yanında aşağıda verilen bir başka görüşme alıntısında ise öğrenci 2 su molekülünde bulunan bağların dışarıdan bir etki olmaksızın kendi kendine oluştuğu görüşünde olduğu görülmektedir.

**Görüşmeci:** (*Animasyon gösterilir*) Su molekülünde bulunan bağlar nasıl oluştu, peki burada enerji ile ilgili bir durum söz konusu mu?

**Öğrenci 2 (ilköğretim):** Aslında tam bir ilişki yok.

**Görüşmeci:** Nasıl? Açıklayabilir misin?

**Öğrenci 2 (ilköğretim):** Burada enerji gerekmez, onlar kendileri kendi kendine bağlanabilir.

KAT' ta nicel olarak yer alan bu sorunun dört seçeneği olmakla birlikte “bağlar kendiliğinden oluşur” seçeneği yoktur. Buna rağmen öğrenci 2' nin bu yönde bir yanıtı görüşmede belirtmesi soruya ek olarak yapılan görüşmelerin kavram yanlışlarını belirlemede son derece önemli bir faktör olduğunu göstermiştir. Öğrenci 2' nin ifade ettiği bu fikre, kavramsal anlama testindeki sorunun seçeneklerinde böyle bir ifade olmadığından bir başka öğrencide ulaşılma imkanı bulunamamıştır.

Öte yandan KAT-2' de yer alan 8. sorunun ikinci aşamasına üniversite öğrencileri % 52.5' lik yüzdeyle bilimsel açıdan kabul edilebilir yanıtlar vermişlerdir (Tablo 4.20).



Tablo 4.20 Üniversite Öğrencilerinin KAT-2' nin 8. Sorusunun İkinci Aşamasına Verdikleri Yanıtlar

Düzyey	Yanıt Kategorileri	Frekans	
A	Bilimsel anlamda kabul edilebilecek yanıtlar.	N	(%)
1	Suyun oluşumda, ( H <sub>2</sub> O ) molekülündeki ( H — O ve O — H ) bağlar oluşur. Bu esnada enerji açığa çıkar.	158	52.50
<b>Toplam</b>		<b>158</b>	<b>52.50</b>
B	Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar.		
1	Suyun oluşumda, ( H <sub>2</sub> O ) molekülündeki ( H — O ve O — H ) bağlar oluşur. Bu esnada enerji gerekir.	92	30.60
2	Suyun oluşumda, ( H <sub>2</sub> O ) molekülündeki ( H — O ve O — H ) bağlar kopar. Bu esnada enerji açığa çıkar..	17	5.60
3	Suyun oluşumda, ( H <sub>2</sub> O ) molekülündeki ( H — O ve O — H ) bağlar kopar. Bu esnada enerji gerekir.	19	6.30
<b>Toplam</b>		<b>128</b>	<b>42.50</b>
C	Kodlanamaz	11	3.70
D	Yanıt yok	4	1,30
<b>Toplam</b>		<b>301</b>	<b>100</b>

Bununla birlikte aynı örneklemin % 42.5' i ise su oluşumunda ( H — O ve O — H ) bağlarının koptuğunu ve bunun için enerji gerektiği ya da enerji açığa çıktığı gibi bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar vermişlerdir. Yüzde 30.60 ile yüksek bir oranla bu grupta yer alan öğrenciler suyun oluşumunda, (H<sub>2</sub>O) molekülündeki (H—O ve O—H) bağlarının oluştuğunu doğru olarak belirtmişlerse de, bu esnada enerji gerekliliğini belirtmeleri bu grubu bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar kategorisine düşürmüştür. Aşağıda öğrenci 6 ile yapılan görüşme ile elde edilen bir alıntı verilmekte olup, burada öğrenci yanıtını sorunun ilk aşamasına verdiği yanıt üzerine kurmaktadır. Öyle ki görüşme sürecinde kullanılan animasyon anlaşıldığı halde yanılığısı değişmemektedir.

**Görüşmeci:** (Animasyon gösterilir) Su molekülünde bulunan bağlar nasıl oluştu, peki burada enerji ile ilgili bir durum söz konusu mu?

**Öğrenci 6 (üniversite):** Öncelikle su oluşurken bağ kendiliğinden oluştu.

**Görüşmeci:** Nasıl?

**Öğrenci 6 (üniversite):** H<sub>2</sub> molekülündeki ( H — H ) bağ koparken enerji açığa çıktığına göre, su oluştuğunda ise bağların oluşması için enerji gerekir.

**Görüşmeci:** Animasyon için ne diyeceksin?

**Öğrenci 6 (üniversite):** Hocam burada benim söylediğim tersi bir durum var gibi ama bence sorunun ilk kısmı ile bu kısmı tersinir durumlar olduğu için ben yine enerji gerekir diyorum.

Yukarıdaki görüşme kaydında olduğu gibi bağ oluşumunun bağ kopmasının tersi bir süreç olduğu anlaşılrsa da enerji gereksinimi açısından her iki kimyasal olay içinde bir farklılık olmayacağı düşünülmektedir.

Sorunun bütünlüğünün sağlanarak uygun yanıt biçiminin çıkması açısından doldurulması gereken iki seçimli ifadenin, uygunsuz doldurulması (birinci önermenin doldurulup ikincinin boş bırakılması ya da birinci önerme ya da ikinci önermenin en az birisinde iki kutucuğunda işaretlenmesi) % 3.7 oranı ile kodlanamaz kategorisindeki öğrenci yanıtlarını oluşturmaktadır.

Tablo 4.21 İlköğretim ve Üniversite Öğrencilerinin KAT' ların. 8. Sorusunun İkinci Aşamasına Verdikleri Yanıtların Karşılaştırılması

Düzye	Yanıt Kategorileri	İlköğretim (%)	Üniversite (%)
<b>A</b>	<b>Bilimsel anlamda kabul edilebilecek yanıtlar.</b>		
<b>1</b>	Suyun oluşumda, ( H <sub>2</sub> O ) molekülündeki ( H — O ve O — H ) bağlar oluşur. Bu esnada enerji açığa çıkar	<b>37.07</b>	<b>52.5</b>
<b>Toplam</b>		<b>25.09</b>	<b>37.07</b>
<b>B</b>	<b>Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar.</b>		
<b>1</b>	Suyun oluşumda, ( H <sub>2</sub> O ) molekülündeki ( H — O ve O — H ) bağlar oluşur. Bu esnada enerji gerekir.	<b>35.6</b>	<b>30.6</b>
<b>2</b>	Suyun oluşumda, ( H <sub>2</sub> O ) molekülündeki ( H — O ve O — H ) bağlar kopar. Bu esnada enerji açığa çıkar..	<b>9</b>	<b>5.6</b>
<b>3</b>	Suyun oluşumda, ( H <sub>2</sub> O ) molekülündeki ( H — O ve O — H ) bağlar kopar. Bu esnada enerji gerekir.	<b>10.9</b>	<b>6.3</b>
<b>Toplam</b>		<b>67.41</b>	<b>50.75</b>
<b>D</b>	<b>Kodlanamaz</b>	<b>4.12</b>	<b>3.7</b>
<b>E</b>	<b>Yanıt yok</b>	<b>3</b>	<b>1,3</b>
<b>Toplam</b>		<b>100</b>	<b>100</b>

Tablo 4.21' e bakıldığında sorunun ilk aşamasında olduğu gibi üniversite düzeyindeki öğrencilerinin bilimsel açıdan doğru seçimleri ilköğretim düzeyine göre

daha fazla olmakla birlikte, örneklemin ancak yaklaşık olarak yarısının üniversite düzeyinde de yanlış yanıtlanması düşündürücüdür. Tablo 4.21 incelendiğinde her iki öğrenim düzeyindeki öğrencilerinde B1 kategorisine ait “*suyun oluşumda (H<sub>2</sub>O) molekülündeki (H—O ve O—H) bağların oluşması ile enerji açığa çıkar.*” düşüncesini tanımlayan yanılığa yüksek oranda sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu yanılığın altında kimyasal bağın bir enerji deposu olarak düşünülmesi ve bu deponun oluşumda enerji ihtiyacının kaçınılmaz olacağı fikri yatmaktadır. Öte yandan üniversite öğrencilerinde (H<sub>2</sub>O) molekülündeki (H—O ve O—H) bağlarını kopacağını düşünenlerin oranı, ilköğretim öğrencilerine göre daha düşük yüzdelere sahip olup genelde üniversite öğrencileri bağların oluşacağını (~% 82) doğru yanıtlamışlardır. Kısaca buradaki soru bağlamında öğrencilerin bağ oluşması ya da kopması ile enerji arasındaki ilişkiyi kavramamış olduğu görülmektedir.

#### **4.2 İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlama Testinde Yer Alan Soruların Yanıtlarına İlişkin Bulgular**

Bu bölümde ilköğretim 8. sınıf öğrencilerine uygulanan kavramsal anlama testinden yer alan fizik alanına ait 6. ve biyoloji alanına ait 7. soruların analizinden elde edilen bulgulara yer verilmektedir. Kavramsal anlama testlerinde ortak olarak yer alan soruların analiz sürecinde olduğu gibi, bu bölümde de ilk olarak ele alınacak soruların seçim nedenleri ve kavramsal anlama testlerinden elde edilen verileri destekleme amacıyla yapılan görüşmelerde kullanılan (varsa) deney düzenekleri, materyal, görüşme kartı ya da animasyonlardan birer kesit resim halinde verilmektedir.

##### **4.2.1 İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerine Uygulanan Kavramsal Anlama Testinin 6. Sorusuna Ait Bulgular**

Kavramsal anlama testi-1’ de yer alan fizik alanına ait bu soru, iki aşamalı iki alt sorudan oluşmaktadır. Soruya ait iki alt soruda, bir cismin sahip olabileceği potansiyel ya da kinetik enerji değerlerinde meydana gelebilecek değişim ile sisteme

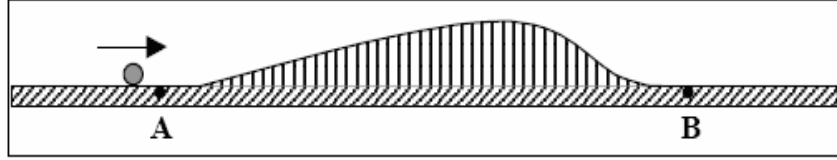
ait toplam enerji değeri arasındaki ilişkinin anlaşılması yani ilköğretim öğrencilerinin enerjinin korunumu hakkındaki kavramsal anlamalarının tespit edilmesi hedeflenmektedir. Birbirinin tekrarı niteliğindeki bu iki alt soruyu ayıran tek yön biçimsel farklarıdır. Her iki alt sorusunda bilimsel olarak doğru yanıtları “Çelik top’ un A noktasında belli bir enerjiye sahipken o enerji değeri sitemin toplam enerjisidir. Top B noktasına geçerken eğrisel düzlemlerin herhangi bir noktasında belli bir potansiyel ve belli bir kinetik enerjiye sahip olur. Sahip olduğu bu enerjide başlangıçta A noktasında sahip olduğu ya da eğrisel yolları izleyip B noktasına geldiğinde sahip olduğu enerji değerleridir. Yani A ve B noktasında çelik topun sahip olduğu enerji sürtünmesiz olduğu belirtilen eğrisel yolun şeklinden bağımsız olarak her zaman eşittir. Değişen çelik topun belli zamanlarda sahip olduğu kinetik ve potansiyel enerjideki değişimdir. Bu iki enerjiden birisi artarken diğeri azalır yada belli noktada eşit değere de gelebilirler, ama sitemin toplam enerjisi her zaman sabittir. Çünkü enerji korunmuştur.” şeklindeyir.

Aşağıda iki aşmalı bu sorunun önce ilk sonra da ikinci kısmına verilen yanıtlara ilişkin bulgular özetlenmektedir.

#### **4.2.1.1 İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerine Uygulanan Kavramsal Anlama Testinin 6. Sorusunun İlk Kısmına Ait Bulgular**

Bilimsel olarak doğru yanıtı ve testte bulunma nedeninin bir önceki başlık altında incelendiği bu alt soru şekil 4.36’ da, soru ile ilgili ilköğretim öğrencileri ile yapılan görüşmelerde kullanılan düzenek şekil 4.37’ de, öğrencilerin kavramsal anlama testindeki bu alt soru için yanıt türleri Tablo 4.22’ de sunulmaktadır. Daha sonra kurulan düzenek yardımıyla yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmelerle desteklenen yorumlara bu başlık altında yer verilmiştir.

6- a) Çelik bir top sürtünmesiz bir düzlemde A noktasından belli bir enerjiyle geçtikten sonra şekildeki yolu takip edip B noktasından geçiyor. Aşağıdaki durumlardan hangisi doğrudur. İlgili kutucuğu işaretleyiniz.



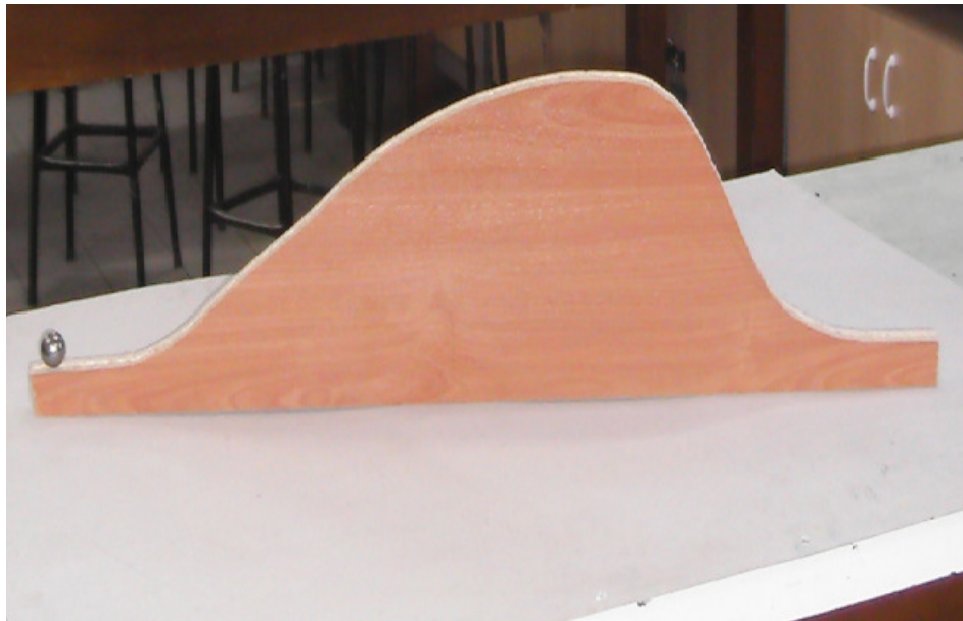
- Topun B noktasındaki enerjisi A noktasına göre çok azdır.
- İki noktada da topun enerjisi aynıdır.
- Topun B noktasındaki enerjisi A noktasına göre büyüktür.
- Topun B noktasındaki enerjisi A noktasına göre en büyüktür.
- Sorunun cevabı hakkındaki düşüncelerim yukarıdakilerden farklıdır.

İşaretlediğim seçeneği seçtim,

Çünkü;.....

.....

Şekil 4.36 KAT-1 6-a Sorusu



Şekil 4.37 KAT-1' in 6-a Sorusu İçin Kurulan Düzenek

Tablo 4.22 İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin 6-a Sorusuna Verdikleri Yanıtlar

Düzyey	Yanıt Kategorileri	Frekans	
A	Enerji dönüşümleri ve korunum yasaasının anlaşıldığı yanıtlar.	N	(%)
1	<b>Enerji korunumunun doğru açıklandığı ifadeler.</b>	10	3.74
	Enerji yoktan var, vardan yok edilemez ancak birbirine dönüşür. Burada da kinetik - potansiyel enerji dönüşüm ilişkisi vardır. Top yukarı çıkarken potansiyel enerji artıyor kinetik enerji azalıyor. Enerji iki noktada eşittir.		
2	<b>Enerjinin korunumunun hızla ilişkilendirilerek doğru açıklandığı ifadeler.</b>	16	5.99
	A' dan fırlatılan top yukarıya çıktıkça hız ve enerji kaybeder. Aşağı inerken de kaybettiği enerjiyi çok kısa zamanda geri kazanır. Yani A ile B deki topun enerjisi aynıdır.		
<b>Toplam</b>		<b>16</b>	<b>9.73</b>
B	Enerjinin sadece cismin hareketi ile açıklandığı, kabul edilemez yanıtlar.		
1	<b>Cisimler hareket ettikçe enerjileri sürekli azalır.</b>	72	26.96
	Enerji harcanımı A' da başlar o nedenle de A da ki enerjisi en fazladır. Daha sonra top harekete başlar ve en son B den geçer geçen sürede hareketi sonucu enerjisi azalmış olur.		
2	<b>Hareketli cisimlerin enerjileri sürekli artar.</b>	2	0.76
	Top belli bir enerjiyle fırlatılıyor ve durmuyor. Başlangıç enerjisi son enerjisinden küçüktür. Hareket ettiği için hala enerjisi A' ya göre daha büyüktür.		
<b>Toplam</b>		<b>74</b>	<b>27.72</b>
C	Enerjinin, düzlem (şekil, eğim, yükseklik, cins) nitelikleriyle açıklandığı, kabul edilemez yanıtlar.		
1	<b>Yolun eğimine dayalı yanıtlar.</b>	22	8.24
	Yükseltide eğim ilk kısımda daha azdır buraya kadar enerji azalır. İkinci kısımda enerji eğimle artar ve B noktasındaki enerjisi A' ya göre daha büyük olur.		
2	<b>Yokuş aşağı inen cisimler hızlanarak enerjilerini artırır.</b>	97	36.32
	Top harekete A noktasında başladı ve yukarı doğru çıkarken yavaşladı. Zirveye ulaştıktan sonra aşağıya doğru hızlandı ve kinetik enerjisi arttı.		
3	<b>Yukarı çıkan cisimler enerji harcar, aşağı inenler enerji kazanır.</b>	6	2.25
	A noktasından top yukarıya doğru gittikçe enerji harcar, enerjisi azalır. Ama sonra zirveden aşağıya indikçe enerji kazanır ve enerjisi artar.		
4	<b>Yüksekliğe dayalı yanıtlar.</b>	3	1.12
	Enerjileri yükseklikle ilişkilidir. İki noktada da yükseklik aynı olduğuna göre enerji iki noktada da eşittir.		
5	<b>Sürtünmeye dayalı yanıtlar.</b>	9	3.37
	Sürtünmesiz ortam olduğundan topa karşı koyacak bir güç yoktur. A dan B ye kadar enerjisi aynıdır.		
<b>Toplam</b>		<b>137</b>	<b>51.3</b>
D	Enerjinin başka kavramlarla yanlış ilişkilendirildiği durumlar.		
1	<b>Sezgisel açıklamalar.</b>	12	4.49
	Topu A noktasından hangi hızla gönderirsek B noktasından da aynı hızla geçecektir.		
2	<b>Elektrik konusuna dayalı yanıtlar.</b>	1	0.37
	Sürtünmesiz yüzeyde elektriklenme olmaz ve bunun sonucunda da enerji ortaya çıkmaz.		
<b>Toplam</b>		<b>13</b>	<b>4.86</b>
E	Kodlanamaz	13	4.86
F	Yanıt yok	4	1.53
<b>Toplam</b>		<b>267</b>	<b>100</b>

Tablo 4.22' den de anlaşıldığı gibi, öğrencilerin % 9.73 gibi düşük bir oranı bilimsel olarak kabul edilebilir ölçüde cevap verebilmiş ve bunlardan ancak % 3.74' ü soru süresince devam eden “*kinetik enerji potansiyel enerji arasındaki ilişkiyi*” doğru yorumlayarak, enerjinin korunumu ve enerjinin dönüşümü kavramlarını anladıklarını göstermişlerdir. Bu grupta yer alıp % 5.99' luk bir yanıt yüzdesine karşılık gelen öğrenci cevapları, 140 kod numaralı öğrencinin “*Top yukarıya çıktıkça hız ve enerji kaybeder. Aşağı inerken de kaybettiği hız ve enerjisi kazanarak enerjisi değişmemiş olur*” ifadesinde olduğu gibi hızın enerjinin tek referansı gibi düşünüldüğü açıklamalardır.

Ayrıca, % 26,96 gibi örneklemin yaklaşık ¼' ünü oluşturup B1 kategorisine düşen öğrenci yanıtları, soruda düzlemin sürtünmesiz olduğu verilmesine rağmen enerjinin topun harekete başlamadan önce en çok olduğu ve hareketle birlikte enerjinin her an azalacağı yani hareketle enerjinin ters orantılı bir ilişki göstereceğini vurgulamaktadır. Bu düşünceye ilişkin görüşme kayıtlarından elde veriler aşağıda sunulmaktadır.

**Görüşmeci:** (Şekil 4.37' deki sistem gösteriliyor) Çelik topun ilk durumda yani a noktasında ve düzlemi aştıktan sonraki b noktasındaki enerjisi hakkında ne düşünüyorsun?

**Öğrenci 2 (ilköğretim):** A' da enerjisi daha fazladır.

Görüşmeci: Neden?

**Öğrenci 2 (ilköğretim):** Hareket ettiği yol boyunca enerji kaybediyor ondan kaynaklanıyor bana göre.

**Öğrenci 5 (ilköğretim):** Sanki yorulma söz konusu gibi, ondan A' da daha çok bence.

Bunun yanında örneklemin yaklaşık yarısını oluşturan (% 51.30) öğrenci yanıtlarında enerjisi; şekil, eğim, yükseklik vb. gibi düzlem nitelikleri ile açıklamayı tercih etmişlerdir. Bu grupta, öğrencilerin % 36,32' si düzlem şeklini temel alıp, topun hareketini tamamladığı son yer olan düzlemin ikinci eğimine odaklanmışlardır. 99 kod numaralı öğrencinin “*yokuş aşağı inen cisimlerin hız kazandığı bunun da enerjilerini arttırdığı*” ifadesinde olduğu gibi öğrencilerin yanıtlarında düzlemin

birinci eğimini göz ardı ettikleri görülmektedir. Bu görüşte B1 kategorisinde olduğu gibi öğrencilerdeki önbilgilerin ya da inanmışlıkların soruda verilen önermeleri bile görmelerine engel oldukları fikrini desteklemektedir. Yüzde 8,24 ile küçümsenemeyecek düzeyde bir öğrenci grubu ise, yanıtlarında enerjiyi yalnız eğitimle bağdaştırarak düzlem niteliğine bağlı yanıtlar kategorisinin oranını arttırmaktadırlar. Bu doğrultuda görüş belirtilen öğrencilere örnek olabilecek bir görüşme kaydı aşağıda verilmektedir.

**Görüşmeci:** (Şekil 4.37' deki sistem gösteriliyor) Çelik topun ilk durumda yani A noktasında ve düzlemi aştıktan sonraki B noktasındaki enerjisi hakkında ne düşünüyorsun?

**Öğrenci 6 (ilköğretim):** A' dan yukarı çıkarken ki enerjisi azdır, b den aşağıya inerkenki enerjisi fazladır.

**Görüşmeci:** Niçin?

**Öğrenci 6 (ilköğretim):** Çünkü aşağıya inince fazla olur, hızı daha fazla b de

**Öğrenci 6 (ilköğretim):** Hızdan dolayı mı bu şekilde düşünüyorsun?

**Öğrenci 6 (ilköğretim):** B' den önce kavis daha sivrildi, ee..! tepeden inerken daha enerjili geçer

**Öğrenci 4 (ilköğretim):** Yokuş çıkarken enerjisi azalır, B den önce dik bir yokuş indiği için B deki enerji daha fazla olur

Bunların dışında, öğrencilerin % 4.49' unun yanıtlarını ise enerjinin dışında başka kavramlarla açıklamalar oluşturmaktadır. Bu kategorideki öğrenciler soruyu sezgilerine dayanarak açıklama yoluna giderek, enerji kavramı boyutunda fikir yürütememektedirler. Bu yaklaşım bilimsel açıdan doyurucu bir değer taşımamaktadır. Örneğin 8 kod numaralı öğrencinin verdiği “*top aynen yoluna devam eder*” ifadesi sezgisel yanıt olarak verilen % 4,49' luk öğrenci grubunun içine düşmektedir.

Bu soru için % 4.86 ile kodlanamaz yanıtlar dikkati çekmektedir. Örneğin, 159 kod numaralı öğrenci bir şık işaretledikten sonra açıklamasında “*işaretlediğim gibi*” ifadesiyle tekrara yönelmiş, 145 kod numaralı öğrenci “*nedeni yok*”, 158 kod



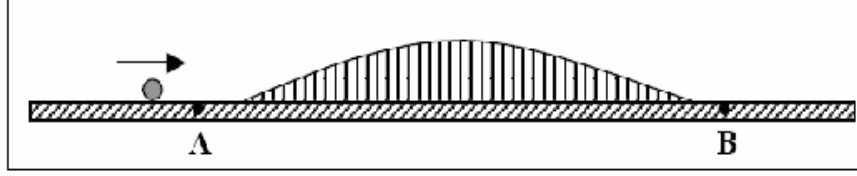
numaralı öğrenci ise “*pek bilgim yok*” ifadeleriyle diğer kodlanamayan yanıtlara örnekleri oluşturmuşlardır.

A1 ve A2 kategorilerinin dışında kalan ve örneklemin yaklaşık % 90’ ını oluşturan öğrencilerin enerji konusu ile birlikte akla gelen kinetik ve potansiyel enerji kavramları ile enerjinin korunumunu dahi anlayıp yorumlamalarında bu denli başarısız olmaları düşündürücüdür. Laboratuvar ortamında kurulan Şekil 4.36’ daki düzeneğe adına ideal şartlar yakalandığında, yani soruda sorulan sürtünmesiz bir ortam sağlandığında öğrencilerin var olan bu denli çok çeşit kavramsal yanılgılarının önemli ölçüde aşılabacağı düşünülmektedir. Bu fikirden hareketle dersler yürütülürken deneysel ve bilgisayar destekli takviyelerin yapılmadığını bu alt soru özelinde ortaya koymaktadır.

#### **4.2.1.2 İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerine Uygulanan Kavramsal Anlama Testinin 6. Sorusunun İkinci Kısımına Ait Bulgular**

Bu alt sorunun bilimsel doğru yanıtı ve sorulma amacı ilk kısım ile aynıdır. Şekil 4.38’ de sorunun KAT-1’ deki son hali, Şekil 4.39’ da görüşmeler için faydalanılan laboratuvar ortamında kurulan düzeneğin resmi ve Tablo 4.23’ te de ilköğretim öğrencilerinin bu alt soruya yönelik verdikleri yanıtların analiz sonuçları verilmektedir. Bu tabloda ortaya çıkan yanıt türleri doğrultusunda görüşmelerden elde edilen verilerle öğrencilerin açıklamaları pekiştirilerek yapılan yorumlar sunulmaktadır.

6- b) Çelik bir top sürtünmesiz bir düzlemde A noktasından belli bir enerjiyle geçtikten sonra şekildeki yolu takip edip B noktasından geçiyor. Aşağıdaki durumlardan hangisi doğrudur. İlgili kutucuğu işaretleyiniz.



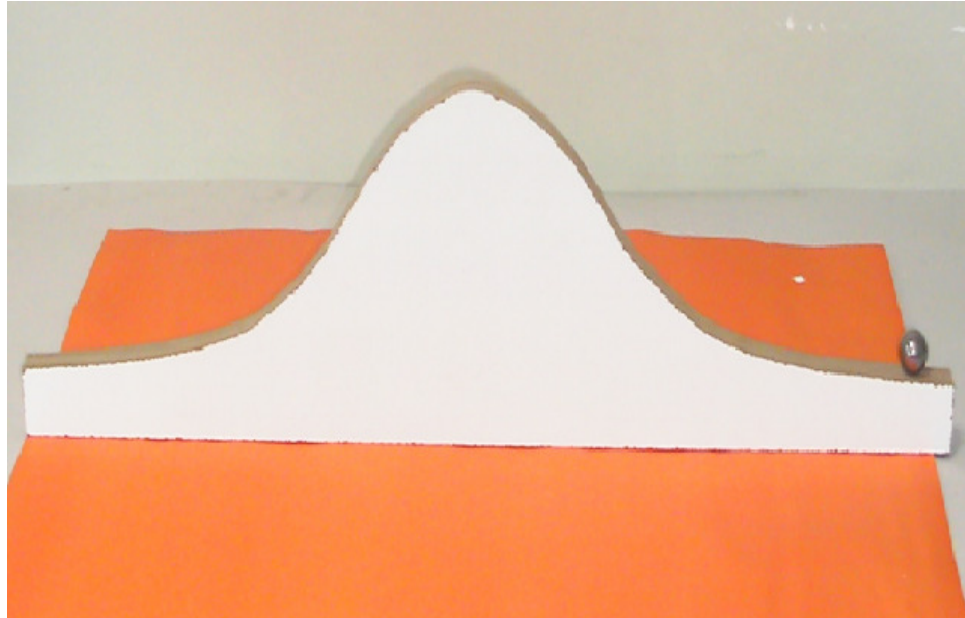
- Topun B noktasındaki enerjisi A noktasına göre çok azdır.
- İki noktada da topun enerjisi aynıdır.
- Topun B noktasındaki enerjisi A noktasına göre büyüktür.
- Topun B noktasındaki enerjisi A noktasına göre en büyüktür.
- Sorunun cevabı hakkındaki düşüncelerim yukarıdakilerden farklıdır.

İşaretlediğim seçeneği seçtim,

Çünkü;.....

.....

Şekil 4.38 KAT-1'nin 6-b Sorusu



Şekil 4.39 KAT-1'in 6-b Sorusu İçin Kurulan Düzenek

Tablo 4.23 İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin 6-b Sorusuna Verdikleri Yanıtlar

Düzye	Yanıt Kategorileri	Frekans	
		N	(%)
<b>A</b>	<b>Enerji dönüşümleri ve korunum yasaının anlaşıldığı yanıtlar</b>		
1	<b>Enerji korunumunun doğru açıklandığı ifadeler.</b>	12	4.49
	Top tepedeyken cismin kinetik enerjisi azalır, potansiyel enerjisi artar. Fakat B ye geldiğindeki enerjisi ile A' daki enerjisi eşittir. Toplam enerji değişmemiştir.		
2	<b>Enerjinin korunumunun hızla ilişkilendirilerek doğru açıklandığı ifadeler.</b>	16	5.99
	Topun düzlemden yukarı doğru çıkarken hızı azalıyor ve enerji harcıyor, aşağı inerken hız kazandığından enerjisini de geri kazanıyor, enerjileri her iki noktada da eşittir.		
<b>B</b>	<b>Enerjinin sadece cismin hareketi ile açıklandığı, kabul edilemez yanıtlar.</b>		
1	<b>Cisimler hareket ettikçe enerjileri sürekli azalır.</b>	53	19.85
	A' daki enerjisini hareketi boyunca kullanıyor ve B de enerjisi daha az oluyor.		
2	<b>Hareketli cisimlerin enerjileri sürekli artar.</b>	5	1.87
	Top belli bir enerjiyle fırlatılıyor ve durmuyor. Başlangıç enerjisi son enerjisinden küçüktür. Hareket ettiği için hala enerjisi A' ya göre daha büyüktür.		
<b>C</b>	<b>Enerjinin, düzlem ( şekil, eğim, yükseklik, cins) nitelikleriyle açıklandığı, kabul edilemez yanıtlar.</b>		
1	<b>Yolun eğimine dayalı yanıtlar.</b>	69	25.84
	Her iki rampada da eğimler aynı olduğu için enerjileri de bu iki noktada eşittir.		
2	<b>Yokuş aşağı inen cisimler hızlanarak enerjilerini arttırır.</b>	13	4.87
	Top en tepe noktaya geldikten sonra aşağıya doğru hızla yol alacağından enerjisi birden hızla artar.		
3	<b>Yukarı çıkan cisimler enerji harcar, aşağı inenler enerji kazanır.</b>	46	17.23
	Top A noktasından yola çıktığında bir enerjiye sahipti engelin en üstüne geldiğinde enerjisinin çoğunu harcadı. Daha sonra engel aşağıya doğru olduğu için fazla enerji gerekmedi ve aşağıya inerken enerjisi tekrar arttı.		
4	<b>Sürtünmeye dayalı yanıtlar.</b>	17	6.37
	Sürtünme olmadığından enerji değişmeyecektir. Olsaydı daha çok enerji harcanırdı.		
<b>D</b>	<b>Enerjinin başka kavramlarla yanlış ilişkilendirildiği durumlar.</b>		
1	<b>Hıza dayalı sezgisel açıklamalar.</b>	8	2.99
	Top hep aynı hızla hareket ettiği için enerjileri de aynı olacaktır.		
2	<b>Süreye dayalı yanıtlar.</b>	4	1.49
	Sürtünmesiz topun A noktasıyla tepe ve B noktası ile tepe noktası arasındaki hareket süreleri eşit olduğundan enerjileri de eşittir.		
<b>E</b>	<b>Kodlanamaz</b>	23	8.62
<b>F</b>	<b>Yanıt yok</b>	3	1.13
<b>Toplam</b>		<b>267</b>	<b>100</b>

Tablo 4.23' e bakıldığında kavramsal anlama testinin 4. sorusunun ikinci kısmına verilen yanıt gruplarının ilk kısımdakilerle benzeştiği ve benzer oranların çıktığı gözlenmektedir. Tablo 4.22 ve Tablo 4.23' ün A1 ve A2 kategorileri birlikte

ele alındığında bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt oranı burada az da olsa artış göstererek % 10,48' e çıktığı görülmektedir. Bunun sebebi eğrisel düzlem şeklinin bu soruda 4-a' ya göre daha simetrik hale gelmesi olabilir. Bu kategorilerde öğrencilerin % 5.99' u enerjinin korunumu ve enerjinin dönüşümünden doğrudan bahsetmemektedirler. 84 kod numaralı öğrencinin *“top düzlemden yukarı çıkarken hız kaybeder, tekrar aşağı inerken ise kaybettiği bu enerjiyi geri alır ve enerjileri de her iki noktada eşit olur”* cevabında olduğu gibi öğrencilerin hız ile doğrudan bir ilişkilendirme yaparak dolaylıda olsa soruya tam cevap verdikleri görülmektedir. Burada *“ kaybettiği bu enerjiyi geri alır”* ifadesiyle enerjinin korunduğunun belirtildiği söylenebilir.

Bunun yanında öğrencilerin % 21.72' si soruda düzlemin niteliği hakkında açıklayıcı bilgi verildiği halde *“top hareket ettikçe enerji artar”* ya da *“top hareket ettikçe enerji azalır”* ifadelerinde olduğu gibi enerjiyi sadece hareket ile açıklamakta olup, ayrıca yanıtlarında sürtünmenin varlığına da işaret etmektedirler.

Örneklemin yarısından fazlasına denk düşen büyük bir öğrenci grubu (% 54.31) yanıtlarında verilen düzlemin şekil, eğim, yükseklik ve niteliği gibi özelliklerine yoğunlaşmaktadırlar. Bu öğrencilerden % 25.84' inin eğime dayalı yanıtlar vermesi dikkat çekmektedir. Bunun nedeni olarak soruda A ve B noktalarının tepe noktasına göre konumlarının birbirlerine göre simetrik olması söylenebilir. C3 kategorisinde yer alan % 17,23' lük bir öğrenci grubu ise yanıtlarında topun düzlemin şekline göre yukarı-aşağı hareketi ile bağ kurarak *“yukarı çıkan cisimler enerji harcar, aşağı inenler enerji kazanır yükseklikler eşit olduğuna göre enerjiler eşittir”* ifadesinde olduğu gibi enerjinin korunumuna dayalı olmayan yalnız bu soruya has doğru gibi görünen fakat bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar vermişlerdir. Bu yanıt türünde bir düşünceye sahip bir öğrenci ile yapılan görüşmeye ait bir diyalog aşağıda verilmektedir.

**Görüşmeci:** (*Şekil 4.39' daki sistem gösteriliyor*) Çelik topun ilk durumda yani A noktasında ve tepeyi aştıktan sonra B noktasındaki enerjisi hakkında ne düşünüyorsun?

**Öğrenci 1 (ilköğretim):** Burada ikisi de eşittir.

**Görüşmeci:** Neden?

**Öğrenci 1 (ilköğretim):** Çünkü aralarında yol farkları aynıdır.

**Öğrenci 1 (ilköğretim):** Tepeye kadar azalıyor ve sonra kinetikleşiyor ve artıyor

**Öğrenci 9 (ilköğretim):** Çünkü gittiği mesafe aynı ya öğretmenim burada [*A noktasından tepe noktasına kadar olan kesim işaret ediliyor*] çıkıyor ve inerken de aynı enerjiyi alıyor.

Yukarıda verilen görüşme kaydında da anlaşıldığı gibi, öğrencilerin önemli bir kısmının verilen noktalardaki enerjilerin eşitliği doğru yanıtını, soruya ait şeklin simetrik bir yapıda olmasına dayalı olarak ifade ettiği anlaşılmaktadır. Bu da bu yanıtı veren öğrencilerin sorunun a kısmında olduğu gibi simetrik olmayan eğrisel bir düzlem söz konusu olduğunda C2 kategorisinin içine aldığı yanıt türüne düşeceklerini göstermektedir.

Soruya, 42 kod numaralı öğrencinin “*Top hep aynı hızla hareket ettiği için enerjileri de aynı olacaktır*” ifadesinde olduğu sezgisel açıklamalar getiren yanıtlara (D1 kategorisi) bu sorunun analizinde de % 2.99 oranı ile rastlanmaktadır. Yine bu ifadeler ve % 1.49 ile sadece süreye dayalı ifadeler, enerji kavramının dışında başka kavramlara odaklanmış durumda olan yanıt kategorilerini oluşturmaktadırlar.

Tablo 4.23’ e bakıldığında kodlanamaz yanıtların bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt oranına yakın bir düzeyde öğrenciler tarafından ifade edildiği görülmektedir. Anlam taşımayan bir yada birkaç sembol, işaret veya cümleden oluşan ya da sorunun aynen yazılarak tekrarının yapılması gibi bir nitelsiz bu yanıtların (% 8.62) bu yüksek orandan karşımıza çıkması düşündürücüdür.

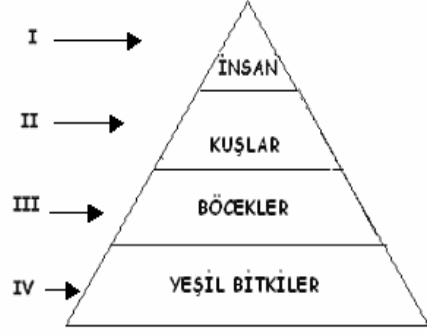
Sorunun birinci kısmında olduğu gibi bu kısmında da % 90’ lara varan bir yanlış söz konusudur. Burada daha öncede bahsedildiği gibi şeklin simetrik yapısı öğrencileri doğru yanıtı götürmüş fakat sorunun iki aşamalı olmasının avantajı ile öğrencilerin ikinci aşamada belirttikleri “*işaretleme nedenleri*” yanlışının gerçek boyutunu görmede önemli katkı sağlamıştır.

#### 4.2.2 İlköğretim 8. Sınıf Düzeyine Uygulanan Kavramsal Anlama Testinin 7. Sorusuna Ait Bulgular

İlköğretim 8. sınıf öğrencilerine uygulanan kavramsal anlama testinin 7. sorusuna (Şekil 4.40) ilişkin bulguların verildiği bu bölümde, soru ile birlikte verilen besin/enerji piramidinde bulunan canlıların, sahip oldukları enerjileri bakımından karşılaştırılmaları istenerek, ekosistemdeki enerji akışının irdelenilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca görüşme sürecinde, bu soru ile birlikte üniversite düzeyine uygulanan kavramsal anlama testinde yer alan 7. soru içinde kullanılan görüşme kartı ve görüşmede kullanılan materyalden bir kesit sırası ile Şekil 4.41 ve Şekil 4.42’ de verilmektedir. Kullanılan bu görüşme kartı bir göl ekosisteminde farklı besin zincirlerinden oluşmuş bir besin ağını, materyal ise *yeşil bitki, inek-koyun, aslan-kaplan ve kartal’ dan* oluşan bir besin/enerji piramidini temsil etmektedir. Sorunun bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtları öğrencilerin yanıt kategorilerinin verildiği Tablo 4. 24’ de ki, A1 kategorisinde özet halinde, aşağıdaki paragrafta ise daha kapsamlı bir şekilde verilmiştir.

*Ekosistemde üreticiler olan yeşil bitkisel organizmalar, fotosentez denen süreç sonunda organik maddeler (besin maddeleri) sentezleyerek güneş enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürürler. Güneş enerjisinin bir kısmı bitkilerde depolanmış olur ve böylece enerji akımı başlamaktadır. Bitkilerle beslenen birinci tüketici böcekler bu besin maddelerinin tamamını kendileri ile beslenen ikincil tüketicilere aktarmazlar. Aldıkları besin maddelerinin bir kısmını özümseyemediği dışkı olarak atar, bir kısmını kendi biyolojik ihtiyaçları için kullanırlar, bir kısmını da enerji dönüşümleri sırasında ısı olarak kaybederler. Bu durum kuşlar (2. tüketici) ve insanlar (3. tüketici) içinde geçerlidir. Genel olarak bir basamaktan diğerine geçişte enerjinin % 90’ ı kaybolmakta (ısı olarak) olup ancak % 10 kadarı bir sonraki beslenme düzeyine aktarılmaktadır. Bu nedenle ekosistemde aktarılan enerji miktarı besin zincirinin tabanında en yüksek iken, sonunda ise en düşük olup aradaki fark ısı olarak ortama verilmektedir. Bu doğrultuda bu soru için doğru sıralama “yeşil bitkiler>böcekler>kuşlar>insan” şeklinde olur.*

7) Aşağıda bir ekosisteme ait besin/enerji piramidi verilmiştir. Verilen bu besin/enerji piramidinde farklı basamaklarda yer alan canlılardaki toplam enerji miktarlarını, büyüklüklerine göre karşılaştırıp, boş bırakılan kutucuğa yazınız. Yaptığınız karşılaştırmanın nedenini boş bırakılan bölüme ayrıntıları ile açıklayınız.



Çünkü; .....

.....

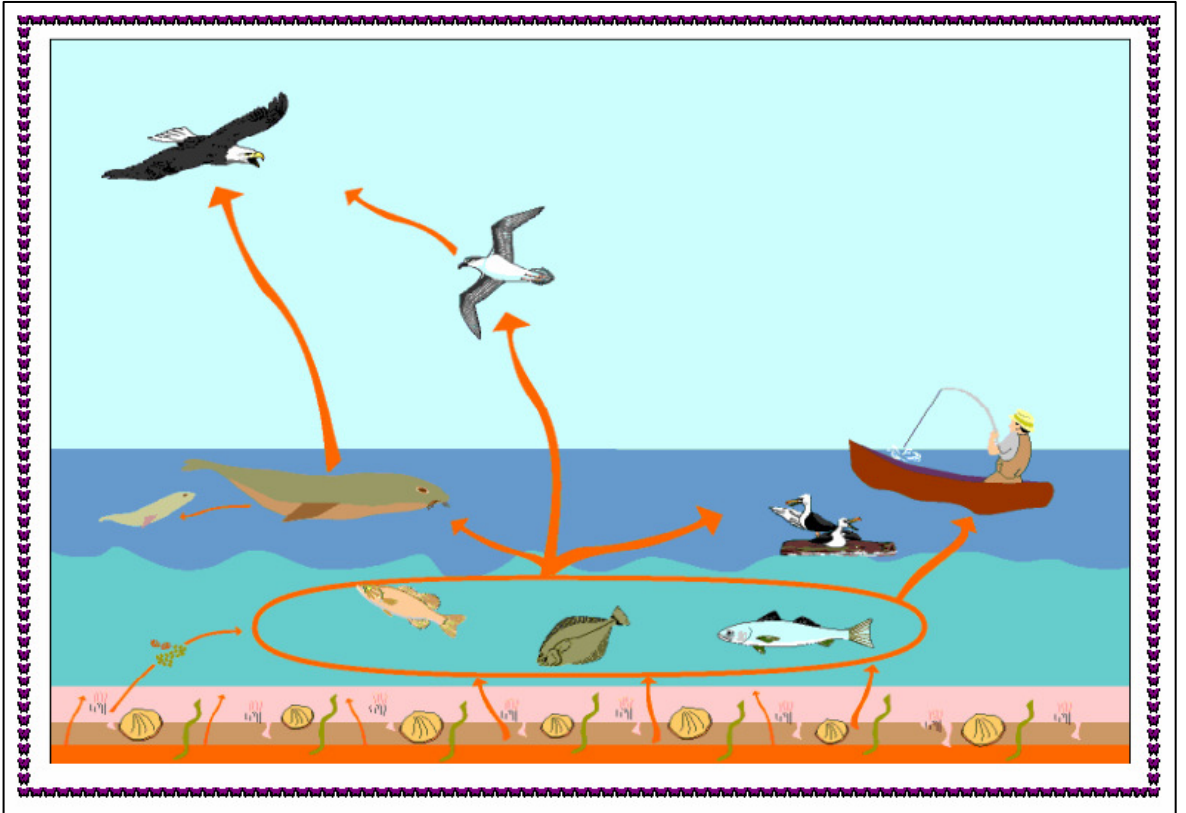
.....

.....

.....

.....

Şekil 4.40 KAT-1'in 7. Sorusu



Şekil 4.41 KAT-1 ve KAT-2' nin 7. Sorusu İçin Kullanılan Görüşme Kartı



Şekil 4.42 KAT-1 ve KAT-2' nin 7. Sorusu İçin Kullanılan Besin/Enerji Piramidi Materyali

Tablo 4.24' de görüldüğü gibi kavramsal anlama testinin 7. sorusuna ilköğretim öğrencilerinin ancak % 17.23' ünün bilimsel olarak kabul edilebilecek yanıtlar verdiği görülmektedir.

Tablo 4.24 İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin 7. Sorusuna Verdikleri Yanıtlar

Düzyey	Yanıt Kategoriler	Frekans	
		N	(%)
A	<b>Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt</b>		
1	<b>Enerji aktarımının tam ve nedeninin bilimsel olarak açıklandığı ifadeler.</b>	0	0
	Piramitte aşağıdan yukarıya doğru gidildikçe enerji aktarımı azalır. Piramide göre böcekler yeşil bitkileri yiyip bitkilerden belli bir enerji kazanacaklar. Daha sonra kuşlar böceklerden aldığı besin yoluyla enerjinin bir kısmını alacaktır. Genel olarak bir basamaktan diğerine geçişte yani temel üretimden birincil üretime, birincil üretimden ikincil üretime vs. enerjinin % 90' ı kaybolmakta ancak % 10' u bir sonraki beslenme düzeyine aktarılmaktadır.		
2	<b>Enerji aktarımın tam ancak nedeninin bir yasayla açıklanmadığı ifadeler.</b>	20	7.49
	Yeşil bitkiler fotosentez yapar enerjileri en fazladır. Yeşil bitkileri böcekler yiyerek enerji alırlar. Böcekteki enerjinin bir kısmını kuşlar onlardan alır.Bizde kuşları yediğimizde en az enerji bize ulaşır.		
3	<b>Enerji aktarımının canlı sayısı ile açıklandığı ifadeler.</b>	26	9.74
	Piramitte yukarıya doğru çıktıkça, canlı sayısı azaldıkça enerji azalır.		
<b>Toplam</b>		<b>46</b>	<b>17.23</b>



Tablo 4.24' ün Devamı

<b>B Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar.</b>			
<b>1</b>	<b>Enerji aktarımının beslenme türüne bağlı açıklandığı ifadeler</b>	<b>32</b>	<b>11.99</b>
	Yeşil bitkiler üreticilerdir. Böcekler yeşil bitkileri yerler, kuşlar böcekleri insanlardan kuşları yiyerek kendi enerjisi ve yediği canlının enerjisini toplamış olur.		
<b>2</b>	<b>Canlının büyüklüğüne bağlı ifadeler.</b>	<b>19</b>	<b>7.12</b>
	Büyük yapılı canlılar küçük yapılı canlılara göre daima daha enerjilidir, İnsan en büyük yapılı canlı olduğuna göre onun enerjisi en büyük ve daha sonra kuş, böcek, bitki gelir.		
<b>3</b>	<b>Enerji aktarımının canlı sayısına dayalı yanlış yorumlandığı ifadeler.</b>	<b>9</b>	<b>3.38</b>
	Piramitte aşağıdan yukarı doğru enerji aktarımı artar (canlı sayısı arttıkça enerji artar).		
<b>4</b>	<b>Enerjinin, canlının harcama kapasitesi olarak yorumlandığı ifadeler.</b>	<b>85</b>	<b>31.83</b>
	İnsan bir taşı kaldıracaktır, kuş bir buğdayı, böcek bir kum tanesini, yeşil bir bitki ise hiçbir şeyi taşıyamaz. İnsanlar daima daha fazla enerji harcarlar.		
<b>5</b>	<b>Hareketle ilişkilendirilen yanıtlar.</b>	<b>17</b>	<b>52</b>
	İnsan her zaman harekete ederek, kuşlar uçarak enerji açığa çıkarır, böcekler fazla hareket etmezler, yeşil bitkiler fotosentez sonucu enerji açığa çıkarır. Kuşlar sürekli uçarlar ve bunun için sürekli enerji harcarlar.		
<b>6</b>	<b>Enerjiyi, canlıların besin değeri olarak değerlendirildiği ifadeler.</b>	<b>4</b>	<b>1.49</b>
	Birde insanlar tüketicidir, bütün enerji onda toplanır. Bitki çok kalori verdiği için ikinci, kuşlar üçüncü, böcekler yenmediğinden enerji vermezler ve dördüncüdürler.		
<b>7</b>	<b>Enerji korunumuna dayalı yanlış ifadeler.</b>	<b>1</b>	<b>0.37</b>
	Hepsi hemen-hemen aynı metabolik faaliyet gösterdiğinden eşittir.		
<b>Toplam</b>		<b>202</b>	<b>75.66</b>
<b>C</b>	<b>Kodlanamaz</b>	<b>12</b>	<b>4.49</b>
<b>D</b>	<b>Yanıt yok</b>	<b>7</b>	<b>2.62</b>
<b>Toplam</b>		<b>267</b>	<b>100</b>

Hiyerarşik düzen dikkate alındığında öğrencilerden hiçbirinin sorunun tam cevabı mahiyetinde yanıtlar veremediği dikkat çekmektedir. Yüzde 7.49 ile A2 grubunu oluşturan öğrencilerin ise enerji aktarımını doğru açıkladıkları ancak yanıtlarını % 10 yasası olarak bilinen ekolojik yasaya dayandıramadıkları görülmektedir. 29 kod numaralı öğrencinin “*yeşil bitkiler fotosentez yaparlar, yeşil bitkilerde enerji daha fazladır, böcekler onları yiyerek ondaki enerjinin birazını alıyor, kuş böcekleri yiyerek oda böcekteki enerjinin bir kısmını alıyor, insan kuşu yiyerek en az enerji alıyor*” yanıtı bu gruba örnek olarak verilebilir. Öğrencilerin % 9.74’ ü ise 6 kod numaralı öğrencinin “*yeşil bitkilerin sayısı diğer basamaklara göre daha fazladır, ve bu sayı insanın bulunduğu basamağa kadar git gide azalır*”

yanıtında olduğu gibi ekosisteme ait besin/enerji piramidindeki canlıların enerji miktarlarını canlı sayısına bağlamaktadırlar.

Öte yandan örnekleme oluşturan öğrencilerin % 75.66' sının bilimsel olarak kabul edilemeyecek yanıtlar vermesi dikkat çekicidir. Burada % 31.83 ile en yüksek yüzdeli yanıt grubunu oluşturan öğrenci yanıtlarında, 60 kod numaralı öğrencinin "insanın en yüksek seviyede enerjiye sahip olmasının nedeni, diğer canlılardan daha üstün yapıda olması ve diğer canlıları kullanarak enerjiyi en çok harcamasıdır" ifadesinde olduğu gibi enerjiyi ekosistemdeki enerji akışı boyutunda değil, canlıların harcama kapasitesi olarak yorumladıkları görülmektedir. Bu duruma ilişkin öğrenci 4 ile yapılan görüşmeden alınan bir alıntı aşağıda verilmektedir.

**Görüşmeci:** Ekosistemde enerji akışı nasıldır?

(Şekil 4.41'deki görüşme kartı ve KAT-1' deki 7. soru gösterilir) Bu besin piramidinde bulunan canlıları toplam enerji miktarlarına göre sıralayabilir misin?

**Öğrenci 4 (ilköğretim):** İnsan daha büyük sonra sırasıyla kuş, böcek, yeşil bitki

**Görüşmeci:** Neden?

**Öğrenci 4 (ilköğretim):** Metabolizmaya göre bir şey..

**Görüşmeci:** (Şekil 4.42' deki materyal gösterilir) Düşünceni bu materyale üzerinde açıklar mısın?

**Öğrenci 4 (ilköğretim):** İnsanlar hayvanlardaki enerjileri, bitkilerdeki enerjileri her halükarda alabilir, insanlar daima en gelişmişlerdir. İşte bu materyalde de aynı durum en tepedeki kuş [kartal kastediliyor] için geçerli.

Bunun yanında % 19.48 gibi azımsanmayacak bir oranı oluşturan öğrenci topluluğu ise ekosistemdeki canlıların sahip olabileceği enerjiyi hareket ile ilişkilendirerek 198 kod numaralı öğrencinin "insanlar çalışarak gün boyu ayakta dırlar bu nedenle çok enerji harcarlar, kuşlar sürekli uçtuklarından insanlardan da daha fazla enerji harcarlar, böcekler yok denecek az hareket ederler, yeşil bitkiler ise hareketsizdirler" yanıtına benzer bilimsel olarak kabul edilemez

ifadeler vermişlerdir. Aşağıda öğrenci 2 ile yapılan görüşmeden verilen alıntı da bu tür düşüncelere örnek olarak verilebilir.

**Görüşmeci:** Ekosistemde enerji akışı nasıldır?

(Şekil 4.41'deki görüşme kartı ve KAT-1' deki 7. soru gösterilir) Bu besin piramidinde bulunan canlıları toplam enerji miktarlarına göre sıralayabilir misin?

**Öğrenci 2 (ilköğretim):** İnsan en büyük onu biliyorum da. Yeşil bitkilerde fazla enerji harcamazlar.

Görüşmeci: Neden?

**Öğrenci 2 (ilköğretim):** İnsan en hareketli, bitki bir şeyi kaldırıp hareket ettiremez zaten, böcekler bitkiden daha hareketli kuşlarda sürekli uçtuklarından onlarda böceklerden daha hareketli olduğu için bu sıralamayı yaptım.

**Görüşmeci:** (Şekil 4.42'deki materyal gösterilir) Düşünceni bu materyale göre açıklar mısın?

**Öğrenci 2 (ilköğretim):** Burada da aslanlar ineklere göre daha hareketli demek ki daha enerji dolular.

Diğer bir taraftan enerjiyi aktarım olarak değil, soruda verilen ekosistemdeki canlıların bir üsttekinin bir alttaki ile beslenmesi olarak algılayan öğrencilerin oranı ise % 11.99' dur. 222 kod numaralı öğrencinin “İnsan; kuşları, böcekleri ve yeşil bitkileri yiyebildiğinden en fazla enerjiye sahiptir. Kuş ise böcekleri ve yeşil bitkileri yediğinden insandan sonra, böceklerde sadece yeşil bitkileri yediğinden en az enerjiye sahiptir, yeşil bitkiler hiçbir şeyi yiyemeyeceğinden onlarda enerji zaten yoktur” yanıtında olduğu gibi bu tür yanıtlar içlerinde bilimsel olarak kabul edilemeyecek bir çok yanlış barındırmakta ve B1 grubuna düşmektedirler”

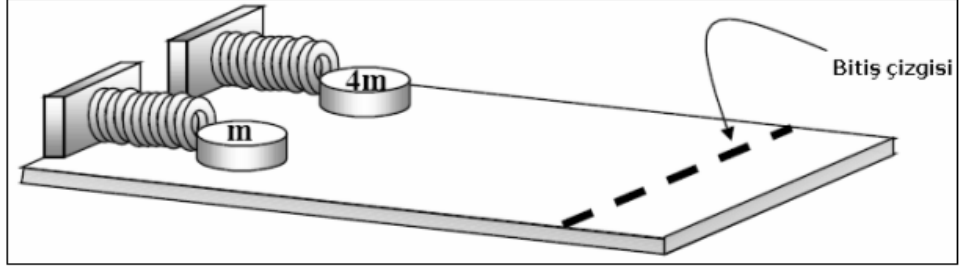
### 4.3 Üniversite Öğrencilerine Uygulanan Kavramsal Anlama Testlerinde Yer Alan Sorulara İlişkin Bulgular

Bu bölümde üniversite düzeyine uygulanan kavramsal anlama testinde yer alan fizik alanına ait 6. ve biyoloji alanına ait 7. soruların analizi ile elde edilen bulgular ortaya konmaktadır. Ele alınan soruların sorulma nedenleri ve görüşme sürecinde kullanılan düzenek, materyal ya da animasyonların kesitlerini içeren resimlere de yine yanıt analizlerine geçilmeden önce yer verilerek, yapılacak yorumlara zemin hazırlanılması hedeflenmiştir.

#### 4.3.1. Üniversite Öğrencilerine Uygulanan Kavramsal Anlama Testinin 6. Sorusuna Ait Bulgular

Kavramsal anlama testinde 6. soru olarak yer alan Şekil 4.43' taki iki aşamalı nitelikteki bu soruda, yay potansiyeli, kinetik enerji ve hız bağlamında öğrencilerdeki enerjinin korunumu olgusunun anlaşılma düzeyinin belirlenmesi amaçlanmış olup, bilimsel olarak doğru yanıtı araştırmacı tarafından “*Enerjinin korunumuna göre ilk durumdaki enerji son durumdaki enerjiye eşittir. İlk durumdaki yaylar özdeş olduğundan sahip oldukları yay potansiyel enerjileri eşittir. Yaylar serbest bırakıldıktan sonra cisimlere enerjilerini aktarırlar ve cisimler bu enerji ile birlikte belli bir hıza sahip olurlar.  $\frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} mv^2$  bağıntısına göre  $m$  kütleli cismin hızı  $4m$  kütleli cisme göre daha fazla olur ve hızı az olan cismin kütlesi büyük iken, hızı çok olan cismin kütlesi küçüktür. Bu durumda bitiş çizgisine geldiklerinde enerjileri eşittir*” ifadesi olarak kabul edilmiştir. Sorunun önermesinde yer alan  $m$  ve  $4m$  kütleli cisimlerin özdeş yaylar ile eşit miktarda sıkıştırılması işlemi laboratuvar koşullarında aynen sağlanmış olup, elde edilen bu düzeneklerden birer kesit sırası ile Şekil 4.44 ve Şekil 45' de sunulmaktadır. Bu iki kütleli cismin özdeş yaylar tarafından eşit miktarda sıkıştırılması sonucu iki ışık kapısı arasında geçiş süresinin elektronik sayaçtan okunma işleminin yapıldığı bu düzenekler yarı-yapılandırılmış görüşmelerde kullanılmıştır. Tablo 4.24' de de öğrencilerin soruya verdikleri yanıtların, üst temalar oluşturularak yapılan analizine yer verilmektedir.

6)

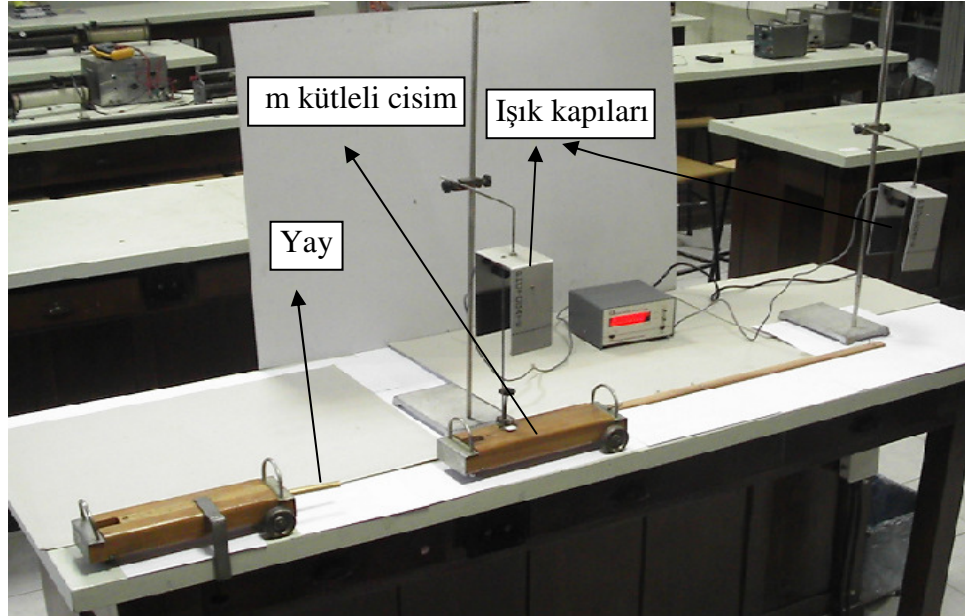


Yukarıda görüldüğü gibi özdeş iki yay eşit miktarda sıkıştırılarak, önlerine  $m$  ve  $4m$  kütleli cisimler konulup serbest bırakılıyor. Sürtünmesiz düzlemde ilerleyen cisimler bitiş çizgisine geldiğinde, aşağıda verilen ifadelerden hangisi ya da hangileri doğru olur? Doğru olduğunu düşündüğünüz kutucuk **ya** da kutucuklara işaret koyup, nedenini ayrıntıları ile açıklayınız.

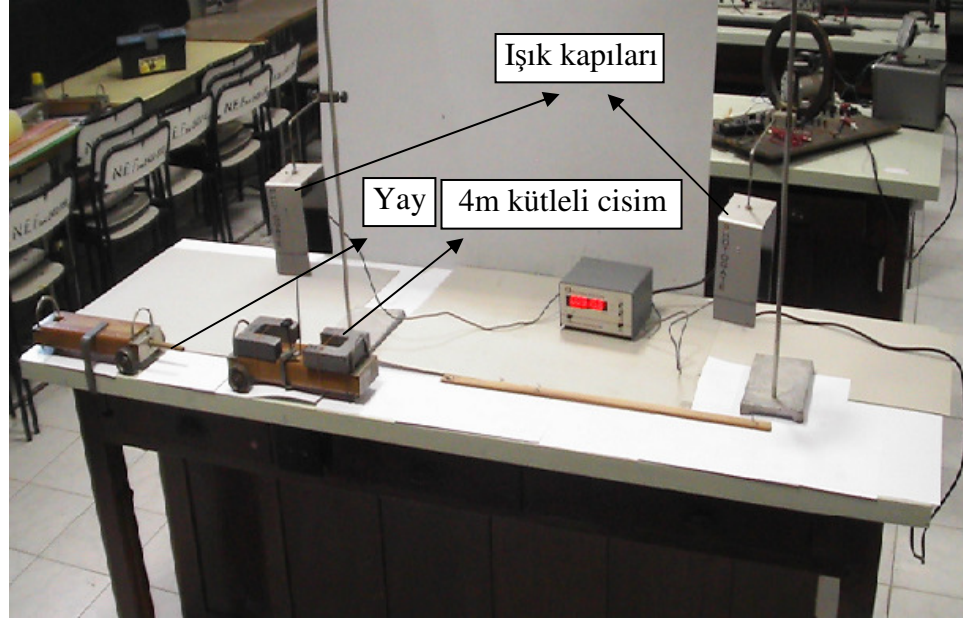
- İkisinin de hızları eşittir.
- $4m$  kütleli cismin hızı  $m$  kütleli cismin hızından büyüktür.
- $m$  kütleli cismin hızı  $4m$  kütleli cismin hızından büyüktür.
- $4m$  kütleli cismin enerjisi  $m$  kütleli cismin enerjisinden büyüktür.
- $m$  kütleli cismin enerjisi  $4m$  kütleli cismin enerjisinden büyüktür.
- Enerjileri eşittir.

Çünkü.....  
.....  
.....

Şekil 4.43 KAT-2'nin 6. Sorusu



Şekil 4.44 KAT-2' nin 6. Sorusu İçin Kurulan 1. Düzenek



Şekil 4.45 KAT-2'nin 6. Sorusu İçin Kurulan 2. Düzenek

Tablo 4.25 Üniversite Öğrencilerinin 6. Soruya Verdikleri Yanıtlara Ait Analiz Tablosu

Düzyey	Yanıt Kategorileri	Frekans	
		N	(%)
A	<b>Açıklamanın enerji kavramına dayalı ve bilimsel anlamda doğru olarak yapıldığı ifadeler</b>		
1	<b>Enerjinin korunumu ve enerjinin kütle- hız ilişkisini tam ve bilimsel olarak kabul edilebilir bir şekilde açıklayan ifadeler.</b> Yaylar sıkıştırılarak bir potansiyel enerji kazandırılmıştır, aynı miktarda sıkıştırıldıklarına göre potansiyel enerjileri eşittir. Yaylar serbest bırakıldığında, yay potansiyel enerjileri kinetik enerjiye dönüşür, enerji korunur. $\frac{1}{2} mv^2$ formülünden, cisimlerin hızları kütlelerine bağlıdır. Aktarılan kinetik enerjileri eşit olduğuna göre kütlesi büyük olanın hızı küçüktür.	131	43.53
2	<b>Enerjinin korunumundan bahsedilip kütle-hız ilişkisinin açıklanmadığı ifadeler.</b> Yaylar sıkıştırıldıklarında sahip oldukları enerji, bırakıldıklarında enerjinin korunumuna göre kinetik enerjiye dönüşecektir. Eşit sıkıştırıldıklarına göre bitişte enerjileri eşittir.	23	7.64
3	<b>Enerjinin korunumundan bahsedilmeyip, kütle- hız ilişkisinin açıklandığı ifadeler.</b> Yaylar aynı miktar sıkıştırıldığından enerjileri eşittir. Ama kütlesi küçük olanın hızı büyüktür, kütlesi büyük olanın hızı küçüktür.	28	9.32
<b>Toplam</b>		<b>182</b>	<b>60.49</b>

Tablo 4.25' in Devamı

B	Açıklamanın enerji kavramına dayalı olarak yapıldığı, kabul edilemez ifadeler.	N	(%)
1	<b>Enerji – kütle ilişkisinin yanlış yorumlandığı yanıtlar.</b>	9	2,99
	Cisimle aynı kuvvetlerle itiliyor. Bitiş çizgisine aynı anda ulaşırlar. Hız sahibi olan cisim kinetik enerjiye sahiptir. $\frac{1}{2} mv^2$ formülünden hızları eşit ama kütleleri farklıdır. Bitiş çizgisine kadar 4m kütleli cismin enerjisi m kütleli cisimden daha çok olacaktır.		
2	<b>Hız - Kütle ilişkisine bağlı, sıkışmanın doğru yorumlandığı yanıtlar.</b>	12	3,98
	Yaylar eşit miktarda sıkıştırılarak belli bir potansiyel enerji kazanmışlardır. Bu enerjiyle kütleleri küçük olanın itilmesi daha kolaydır. Bu yüzden m kütleli cismin hızı 4m kütleli cismin hızından daha fazladır. $\frac{1}{2} mv^2$ ye göre hızı büyük olanın enerjisi de büyüktür.		
3	<b>Enerji-Hız ilişkisinin yanlış yorumlandığı yanıtlar.</b>	24	7,97
	Yaylara ilk uygulanan itme enerjileri aynı olduğuna yani eşit sıkıştırıldıklarına göre ikisinin de hızları eşittir ve buna bağlı olarak enerjileri de eşittir.		
4	<b>Hız - Kütle ilişkisinin yanlış yorumlandığı yanıtlar.</b>	13	4,32
	4m kütleli cisme ait yay m kütleli cisme ait yay göre daha fazla sıkıştırılmıştır. 4m kütleli cismin hızı m kütleli cismin hızına göre daha büyüktür. Çünkü yayın itme kuvveti kütleyle bağlıdır. Dolayısıyla 4m kütleli cisim daha hızlı gider ve $\frac{1}{2} mv^2$ formülüne göre de m kütleli cisme göre enerjisi daha fazladır.		
5	<b>Hız - Ağırlık ilişkisinin yorumlandığı yanıtlar.</b>	13	4,32
	Başlangıçta yayların belli bir potansiyel enerjisi vardır. Bu enerjileri etki sonucu hareket enerjisine dönüşüyor. Bu etki ile ağır olan cisim daha yavaş gidecektir. Aynı enerji ile ağırlığı az olan daha hızlı hareket edecektir. Buradan da hızı fazla olanın enerjisi daha fazla olduğuna göre ağır olanının enerjisi hafif olana göre daha büyüktür.		
<b>Toplam</b>		<b>71</b>	<b>23.58</b>
C	<b>Açıklamanın enerji kavramına dayalı olarak yapılmadığı ifadeler.</b>		
1	<b>Hız - İvme ilişkisine bağlı yanıtlar</b>	7	2,32
	$F = m.a$ bağıntısına göre kuvvetler eşit olduğundan m kütleli cismin ivmesi daha fazla olur. İlk hızlar sıfır olduğuna göre ivmesi büyük olan daha çok hızlanır. Bu sebeple m in hızı 4m den büyüktür. m in enerjisi de 4m den büyüktür.		
2	<b>İş- Enerji ilişkisine bağlı yanıtlar.</b>	7	2,32
	Burada iki yayada eşit kuvvet uygulanıyor, $F = k.x$ formülüne göre x ler de eşittir. Sürtünme olmadığına göre ikisinin de enerji değişimleri yani İş' leri eşittir.		
3	<b>Yalnızca kütle kavramına dayalı yanıtlar.</b>	2	0,66
	$E = mc^2$ ye göre kütle arttıkça enerji artacaktır.		
4	<b>Yayın cinsine dayalı yanıtlar.</b>	5	1,66
	Yaylar özdeş ve $\frac{1}{2} kx^2$ ye göre kütle ile ilgili bir durum yoktur. Enerjileri eşittir		
5	<b>Ortamın özelliğine dayalı yanıtlar.</b>	8	2,66
	Sürtünme olmadığına göre ikisi de aynı hızda giderler.		
6	<b>Potansiyel enerjinin yanlış yorumlandığı yanıtlar.</b>	8	2,66
	4m kütleli cismin $P.E = m.g.h$ potansiyel enerjisi yüksektir. Yaylarında $\frac{1}{2} kx^2$ ten durumları eşittir. Sahip olduğu potansiyel enerjiden dolayı 4m daha hızlıdır.		
<b>Toplam</b>		<b>42</b>	<b>12.28</b>
D	<b>Kodlanamaz</b>	<b>8</b>	<b>2,66</b>
E	<b>Yanıt yok</b>	<b>3</b>	<b>0,99</b>
<b>Toplam</b>		<b>301</b>	<b>100</b>

Tablo 4.25' e bakıldığında, kavramsal anlama testinin 6. sorusuna üniversite öğrencilerinin % 60.47' sinin bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar verdikleri görülmektedir. Bu yüksek oran içerisinde yer alan ve toplam öğrenci cevaplarından

% 43.53' lük bir paya sahip A1 kategorisindeki yanıtlar “*yay potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüşerek enerjinin korunması ve buradan hareketle cismin hızı ile kütleleri arasındaki ilişki*”nin yorumlanması odaklı olup cevap anahtarına niteliğine eş bilimsel düzeyde yanıtlardır. Öte yandan öğrencilerin % 7.97 si “*yaylardaki sıkışmaların aynı olmasından, hız ve enerjilerinin de aynı olacağı*” sonucuna ulaşarak enerji aktarımını yanlış yorumlamaktadırlar. Bilimsel olarak kabul edilemeyecek ancak enerji kavramının geçtiği bu gruptaki yanıtlar içinde vurgu daha çok hız kavramının kütle, ağırlık, enerji ile ilişkilendirilmesine yapılmıştır. Örneğin 251 kod numaralı öğrenci “*4m kütleli cisim daha ağırdır ağırlığından dolayı hızı azalır. m' ye göre daha az mesafe alır*” ifadesiyle hız-ağırlık, 280 kod numaralı öğrenci ise “*ortam sürtünmesiz ve büyük kütleli cismin enerjisi büyük olduğuna göre m in 4m den hızı büyüktür*” ifadesiyle hız-kütle arasındaki ilişkide ısrarcı olmuştur. Bu bağlamda değerlendirebileceğimiz bir örnek olarak öğrenci 10 ve 11 ile yapılan görüşme kayıtları aşağıda sunulmaktadır.

**Görüşmeci:** (Şekil 4.44' deki düzenek kuruldu) Şimdi testte yer alan sistemin aynısı burada mevcut, m kütleli cisimi bıraktığımda bitiş çizgisine geldiği andaki zamanı ölçelim.

**Görüşmeci** (Şekil 4.45' deki düzenek kuruldu) 4m kütleli cisimi bıraktığımızda bitiş çizgisine geldiği andaki zamanı da ölçelim. Ölçülen bu iki zamanı göz önüne alırsak şimdi cisimlerin hızları ve enerjileri açısından ne söyleyebilirsiniz?

**Öğrenci 11 (üniversite):** Kesinlikle 4m yavaştır. Aynı sıkışma olduğundan.

**Görüşmeci:** Enerjileri ?

**Öğrenci 11 (üniversite):** Enerjisi m' in daha fazla olur. Çünkü ona daha fazla enerji aktarılıyor ve sonra kinetikleşerek artıyor.

**Öğrenci 10 (üniversite):** Sıkışma miktarları aynı olduğuna göre 4m' in hızı daha yavaş, enerjisi ise  $\frac{1}{2}mv^2$  formülünden daha fazladır.

Öğrencilerin % 12.29' u ise “*yayın cinsi, kütle ve ortamın özelliği vb.*” enerji dışındaki kavramlarla ilişkili yanıtlar vermişlerdir. Örneğin bu grup içinde öğrencilerin % 2.66' sı ortamda sürtünme olmamasına odaklanmış ve yayın sahip



olduğu enerjiyi, cisme kütlesi ölçüsünde bir hız kazandırarak aktaracağını açıklamak yerine her iki cisminde hızlarının eşit olduğunu savunmuştur.

Ayrıca yapılan görüşmelerde, öğrencilerin testteki soru için sahip olduğu görüşlerin, ilgili düzenek kurulup tartışma ortamı sağlanarak testteki aynı soruların bu yeni koşulda aynen tekrar yöneltildiğinde olumlu yönde değiştiğine tanık olunmuştur. Bu yolla tespit edilen bir kavramsal değişime örnek olarak aşağıda görüşme kayıtlarından alıntı bir diyalog verilmektedir.

**Görüşmeci** (*KAT-2' de 6. soru gösterilir*) Yay sabiti eşit iki yay düşün, bu yayların önüne  $m$  ve  $4m$  kütleli iki cisim koyup eşit miktarda sıkıştırdığımızda, bu iki cisim hız ve enerjileri bakımından karşılaştırabilir misin?

**Öğrenci 11 (üniversite):** Yaylar özdeş mi?

**Görüşmeci:** Evet.

**Öğrenci 10 (üniversite):** Yani aynı miktarda gevşeyeceklerdir yaylar, önlerindeki ağırlıklar farklı olduğu için  $4m$ ' i itirmek daha zor olduğu için onun hızı daha küçük olur.

**Görüşmeci :** Enerjileri?

**Öğrenci 10 (üniversite):** Enerjileri eşit diyebilir miyim?

**Görüşmeci :** Ne düşünüyorsan onu söyleyebilirsin.

**Öğrenci 10 (üniversite)::**Bence eşit, öyle düşünüyorum.

**Görüşmeci :** Cevabında hızlı giden daha çok enerjili demişsin!

**Öğrenci 10 (üniversite):** Evet o zaman hızı büyük olan  $\frac{1}{2}mv^2$  göre düşünmüş ve öyle demiştim.

**Görüşmeci:** O halde deneyi yapalım (*Şekil 4.44 ve Şekil 4.45 kuruldu*) şimdi cisimlerin hızları ve enerjileri açısından ne söyleyebilirsin?

**Öğrenci 10 (üniversite):** Yayı sıkıştırdığımızda eşit kuvvet uygulanıyor ama kütle küçük olduğu için ivme daha büyük olacak.

**Görüşmeci:** Nasıl?

**Öğrenci 10 (üniversite)** Biraz karmaşık oldu ama küçük olan daha hızlı olur.

**Görüşmeci:** Peki enerjileri?

**Öğrenci 10 (üniversite):** Hızı daha büyük olanın enerjisi daha büyük olur.

**Görüşmeci:** Peki ışık kapıları arasındaki değerleri karşılaştırdın mı?

**Öğrenci 10 (üniversite)** Evet tabi ki küçük kütleli cismin aldığı süre daha kısa, eşit yollar alıyorlar.

**Görüşmeci:** O halde hızları konusunda son kararın nedir?

**Öğrenci 10 (üniversite):** Evet hocam bence  $m$  kütlelinin hızı  $4m$  kütleli olandan daha fazladır.

**Görüşmeci:** Şimdi enerjilerine gelelim, yayların yay sabitleri aynı yani yaylar özdeş demiştiniz hatırlıyor musun?

**Öğrenci 10 (üniversite):** Evet, o halde yay potansiyelleri eşittir ve bu potansiyel kütleyle bağlı değildir.

**Görüşmeci:** Evet, enerjileri için ne diyeceksin?


**Öğrenci 10 (üniversite):** Yay potansiyeli öyle veya böyle kinetik enerjiye eşit olmalı, evet hocam birisinin kütlesi büyük hızı küçük diğerinin hızı büyük kütlesi de o oranda küçük. Yani enerji korunur ve ilk durumdakine eşittir. İlk aklımdan aslında bu geçmişti.

Yukarıdaki alıntıdan, bu yanıt kategorisine sahip öğrenciler gerek testte gerekse düzeneği kurmadan önce sistemdeki  $m$  ve  $4m$  kütleli cisimlerin yaydan ayrılıp serbest kalmaları ile birlikte sahip oldukları hızların farklı olacağı ve dolayısıyla hızdan kaynaklanan bir enerji türü olan kinetik enerjilerinin de bu oran ile kıyaslanabileceği görüşündedirler. Öğrencilerin burada sorunun önermesinde verilen cisimlerin kütle değerleri ve eşit sıkıştırılma durumlarını enerji ile bağdaştıramadıkları görülmüştür. Yarı-yapılandırılmış görüşmelerde kullanılmak üzere hazırlanan ve testteki yanıtlara derin bir bakışın sağlanmasının amaçlandığı düzenekler vasıtası ile öğrenciler cisimlerin sahip olduğu hızları ile kütleleri ölçüsünde değişen ışık kapıları arasında geçen hareket sürelerini ilişkilendirebilmişlerdir.

### 4.3.2. Üniversite Düzeyine Uygulanan Kavramsal Anlama Testinin 7. Sorusuna Ait Bulgular

İlköğretim düzeyine uygulanan KAT-1’ de yer alan 7. soru ile felsefe açısından ve bilimsel yanıt beklentisi anlamında aynı yalnız şekilsel olarak daha kompleks içeriğe sahip bu soru ile, farklı ekosistemlerde yer alan besin/enerji piramitlerinde tüketici olarak yer alan insan’ ın bu ekosistemlerde sahip olduğu enerji açısından değerlendirilmesi yapılmak istenmektedir. KAT-1’ in 7. sorusu için kullanılan görüşme kartı ve materyal bu soru için üniversite öğrencileri ile yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmelerde de kullanılmıştır. Şekil 4.44’ te verilen sorunun bilimsel anlamda tam doğru yanıtı aşağıda verilmekte olup, öğrencilerin yanıtlarının verildiği analiz Tablosu 4.26’ da bulunan A1 kategorisinde bu yanıtın özeti verilmektedir.

7) Aşağıda farklı kıtalardaki, üç ayrı ekosisteme ait üç ayrı besin/enerji piramitleri verilmiştir. Verilen bu besin/enerji piramitlerinde insanın sahip olabileceği toplam enerji miktarını büyüklüklerine göre karşılaştırınız. Yaptığınız karşılaştırmanın nedenini boş bırakılan bölüme ayrıntıları ile açıklayınız.



I II III

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Şekil 4.46 KAT-2’ nin 7. Sorusu

*Ekosistemde üreticiler olan yeşil bitkisel organizmalar, fotosentez denen süreç sonunda organik maddeler (besin maddeleri) sentezleyerek güneş enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürürler. Güneş enerjisinin bir kısmı bitkilerde depolanmış olur ve böylece enerji akımı başlamaktadır. Bitkilerle beslenen birinci tüketici böcekler bu besin maddelerinin tamamını kendileri ile beslenen ikincil tüketicilere aktarmazlar. Aldıkları besin maddelerinin bir kısmını özümseyemeden dışkı olarak atar, bir kısmını kendi biyolojik ihtiyaçları için kullanırlar, bir kısmını da enerji dönüşümleri sırasında ısı olarak kaybederler. Bu durum kuşlar (2. tüketici) ve insanlar (3. tüketici) içinde geçerlidir. Genel olarak bir basamaktan diğerine geçişte enerjinin % 90' ı kaybolmakta olup (ısı olarak vb.) ancak % 10 kadarı bir sonraki beslenme düzeyine aktarılmaktadır. Bu nedenle ekosistemde aktarılan enerji miktarı besin zincirinin tabanında en yüksekken, sonunda ise en düşük olup aradaki fark ısı olarak ortama verilmektedir. Bu doğrultuda bu soru için doğru sıralama “yeşil bitkiler>böcekler>kuşlar>insan” şeklinde olur.*

Tablo 4.26' da görüldüğü gibi kavramsal anlama testinin 7. sorusuna üniversite öğrencilerinin % 72.09 gibi yüksek bir oranı bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar vermişlerdir. Bu grubunda hiyerarşik olarak düzenlendiği göz önüne alındığında % 25.91 ile örneklemin yaklaşık 1/4' ünü oluşturan A1 kategorisi öğrenci yanıtlarında kabul edilebilir ifadelerin en zengin olduğu yanıt türüdür. Bu kategori içersine düşen 245 kod numaralı öğrencinin “Enerji piramitlerinde enerjinin bir üst basamakta sadece % 10 kullanılması söz konusudur. Yani mesela II. Piramidi inceleyelim. Yeşil bitkilerde 1000 cal. enerji olduğunu varsayalım, bu bitkiyi yiyen böcek bu enerjinin ancak % 10' unu (yani 100 cal. ) kullanır. Kuşlarda 10 cal. kullanır ve basamakların en üstüne geldiğimizde yani insanda 1 cal.' lik bir enerji kullanılabilir. Aradaki % 90' lık kayıplar ortama ısı (veya başka şekilde) olarak verilmektedir.” yanıtını A1' e, % 10 yasası olarak bilinen ekolojik kuralın enerji aktarımı ile doğru ilişkilendirilmesi taşımıştır.

Tablo 4.26 Üniversite Öğrencilerinin KAT-2' nin 7. Sorusuna Verdikleri Yanıtlar

Düzyey	Yanıt Kategoriler	Frekans	
		N	(%)
<b>A</b>	<b>Bilimsel anlamda kabul edilebilecek yanıtlar.</b>		
1	<b>Enerji aktarımının tam ve nedeninin bilimsel olarak açıklandığı ifadeler.</b>	78	25.91
	Piramitte aşağıdan yukarıya doğru gidildikçe enerji aktarımı azalır. Birinci piramide göre inekler yeşil bitkileri yiyip bitkilerden belli bir enerji kazanacaklar. Daha sonra insanlarda ineklerden aldığı besin yoluyla enerjinin bir kısmını alacaktır. Yani piramitte üst basamaklara çıkıldıkça alınan enerji o kadar azalacaktır. Genel olarak bir basamaktan diğerine geçişte yani temel üretimden birincil üretime, birincil üretimden ikincil üretime vs. enerjinin % 90' ı kaybolmakta (ısı olarak vb.) ancak % 10' u bir sonraki beslenme düzeyine aktarılmaktadır.		
2	<b>Enerji aktarımının tam ancak nedeninin bir yasayla açıklanmadığı ifadeler.</b>	87	28.91
	Üçüncü piramitte enerji aktarımı sadece bitkiden insanadır. Bir de arada inekler olduğu için enerjinin bir kısmını inekler kullanır Bu yüzden insanlara geçen enerji daha da azalır. İki de ise bitkiler ile insanlar arasında kuşlar ve böcekler olduğundan, insanlara kadar enerjinin büyük bir kısmı bu canlılar tarafından kullanılır. İnsanlara daha az bir enerji aktarımı olur.		
3	<b>Enerji aktarımının canlı sayısı ile açıklandığı ifadeler.</b>	52	17.27
	Bunun sebebi yukarıya doğru daha az birey olması ve enerjinin aktarılacak azalması		
<b>Toplam</b>		<b>217</b>	<b>72.09</b>
<b>B</b>	<b>Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar.</b>		
1	<b>Enerji aktarımının yanlış açıklandığı ifadeler</b>	21	6.98
	Yeşil bitkilerdeki enerji böceklerde toplanacak. Böceklerde biriken enerji kuşlar tarafından alınacak. Kuşlarda biriken enerjide insanlar tarafından alınacak ve en fazla enerji insanda olacak		
2	<b>Canlının bulunduğu alana bağlı ifadeler.</b>	5	1.66
	En büyük Şekil 3' tedir, çünkü insanın bulunduğu alan daha fazla dolayısıyla güneş ışığı daha fazla etkiliyor. Bu yüzden 2' de en azdır.		
3	<b>Canlıları besin değerleri olarak değerlendiren yanıtlar.</b>	22	7.33
	Birinci piramitte insanlar hem yeşil bitkilerden hem de ineklerden besin alabilir. İkinci şekilde ise aynı enerjiyi kuşlar ve böceklerde paylaştığı için daha az bir enerjiye sahiptir. Üçüncü piramitte insan tek tip besinle beslendiği için enerjisi en az olur. Birinci piramitte yeşil bitkilerin yanında kırmızı ette vardır.		
4	<b>Enerji aktarımının canlı sayısına dayalı yanlış yorumlandığı yanıtlar.</b>	11	4.31
	Piramitte aşağıdan yukarı doğru enerji aktarımı artar (canlı sayısı arttıkça enerji artar). İnsan dışındaki ot otobur ve etçiller kısmı ne kadar fazla ise insana geçen enerji o kadar artmaktadır.		
5	<b>Enerji korunumuna dayalı yanlış ifadeler.</b>	7	2.33
	Enerji devreder yani aktarılır, üç ekosistemde de enerji kaynağı yeşil bitkiler olduğuna göre aynı enerji aktarılır. Sadece enerji basamakları değişir.		
<b>Toplam</b>		<b>68</b>	<b>22.61</b>
<b>C</b>	<b>Kodlanamaz</b>	<b>13</b>	<b>4.31</b>
<b>D</b>	<b>Yanıt yok</b>	<b>3</b>	<b>0.99</b>
<b>Toplam</b>		<b>301</b>	<b>100</b>

A1 kategorisine örnek olarak verilebilecek Öğrenci 7 ile yapılan görüşmeden elde edilen veriler aşağıda verilmektedir.

**Görüşmeci:** Ekosistemde enerji akışı nasıldır? (Şekil 4.44' teki görüşme kartı, Şekil 4.45' teki materyal gösterilir ve KAT-2' deki 7. soru gösterilir) Örneğin şu materyalde bulunan canlıları toplam enerji miktarlarına göre sıralayabilir misin? [Şekil 4.51' deki materyal kastediliyor]

**Öğrenci 7 (üniversite):** Enerji bitkilerde en fazla, sonra inekte sonrada aslanlarda, en azda insandadır. Üst basamağa geçildikçe enerjinin % 10' unu aktarılır.

**Görüşmeci:** Biraz daha açabilir misin?

**Öğrenci 7 (üniversite):** Mesela bitkilerde 1000 cal.' lik bir enerji varsa , bunu yiyen 1. dereceden tüketici ineğe 100 cal.' si geçer. İneği biz yersek 2. dereceden tüketici bize % 10' u geçer. [I. Ekosistem kastediliyor]

**Görüşmeci:** Diğer % 90 nereye gitti?

**Öğrenci 7 (üniversite):** Yaşamak için sindirim, solunum ve terleme olayları sırasında kendileri de kullanıyorlar.

**Görüşmeci:** O halde buradaki 3 farklı ekosistem için ne diyorsun?

**Öğrenci 7 (üniversite):** III>I>II olur bence, Çünkü III' te aradaki basamak sayısı en az mesela 1000 ise bize 100 geçer, burada 1000 ise 1' i [II. Ekosistem kastediliyor], burada 1000 ise 10' u [I. Ekosistem kastediliyor] geçer.

Öğrencilerin verdiği yanıtlardan % 28.91' i ise, sözü geçen % 10 yasaını içermemekte ancak, piramitteki organizmalar arasındaki enerji akışını doğru tanımlamaktadır. 259 kod numaralı öğrencinin “yeşil bitkiler enerji piramidinin en alt kısmındadır ve enerjinin ilk olarak kullanılması gereken kısım olduğu için en bol miktardadır. Yeşil bitkilerden direkt olarak faydalanan insanlar yani üçüncü piramitte insanlar daha çok enerjiye sahip olurlar. Çünkü diğer ekosistemlerde enerji bölünmelere uğrar ve her araya giren basamakta enerji biraz daha azalır.” ifadesi ile verdiği yanıt A2 kategorisine örnek olabilecek niteliktedir. Yüzde 17.27 ile A3 kategorisi ise 264 kod numaralı öğrencinin “ yaptığım III>I>II sıralamasının

nedeni enerji piramidinde kademe arttıkça en üstteki canlının sahip olacağı ya da aktarılacağı enerji azalır” yanıtı şeklinde enerji aktarımını canlı sayısına ve daha çok “yukarı-aşağı ilerledikçe” türünden sembolize edilmiş ifadelere bağlamaktadır.

Öte yandan örneklemin yaklaşık 1/5’ ini oluşturan öğrenci yanıtları (% 22.61) ise bilimsel olarak kabul edilemez kategoride yer almaktadır. 257 kod numaralı öğrencinin “I. piramitte insanın beslenebileceği enerji kaynakları inekler ve yeşil bitkilerdir. II. piramitte kuşlar, böcekler ve yeşil bitkilerdir. III. piramitte ise yeşil bitkilerdir, yani burada tektir. Sonuç olarak enerji en fazla I. piramitte sonra II. piramit ve en sonda III. piramittedir.” yanıtında olduğu gibi enerji aktarımını yanlış yorumlanmışlardır. Bu grubu % 6.98 ile oluşturan bu öğrenciler her basamakta bulunan canlıdaki enerjiyi aktarım olarak değil, birbirlerinin besin maddesi olarak algılamış ve canlı çeşitliliğini besin/enerji çeşitliliğiyle eş tutmuşlardır.

**Görüşmeci:** Ekosistemde enerji akışı nasıldır? (Şekil 4.44’teki görüşme kartı, Şekil 4.45’ teki materyal gösterilir ve KAT-2’ deki 7. soru gösterilir)

Örneğin şu materyalde bulunan canlıları toplam enerji miktarlarına göre sıralayabilir misin? [Şekil 4.43’ teki materyal kastediliyor]

**Öğrenci 1 (üniversite):** Enerji akışı doğada besinlerle sağlanır. Küçük büyüğü yiyerek besin enerjisi yani besin aktarılır.

**Görüşmeci:** Biraz daha açabilir misin?

**Öğrenci 1 (üniversite):** Sanırım hem etçil hem otçullarda en fazla. Saprofitlerde ise dönüşüm en fazladır. Çünkü hepimizi parçalıyor.

**Görüşmeci:** Enerji dönüşümü mü en fazladır? Sahip olduğu enerji mi en fazladır?

**Öğrenci 1 (üniversite):** Enerji dönüşümü açısından.

**Görüşmeci:** O halde buradaki 3 farklı ekosistem için ne diyorsun? (KAT-2’ deki 7. soru gösterilir)

**Öğrenci 1 (üniversite):** En yüksekten başlayarak II>I>III tür sıralama.

**Görüşmeci:** Neden?

**Öğrenci 1 (üniversite):** Yeşil bitkiler, kuşlar, böcekler hep birbirini yiyecek. En fazla insan yer, en üstte olduğundan aradaki canlı sayısı fazla yani yemek fazladır diyebiliriz.

Yüzde % 7.33' lük öğrenci grubu ise piramidin her basamağındaki canlıyı bu kez insanın sahip olabileceği toplam enerji miktarı sorulduğu için insana göre “*besin değeri*” olarak düşünmüşler ve buna yönelik bilimsel açıdan kabul edilemez açıklamalarda bulunmuşlardır. Bu kategoriye, 61 kod numaralı öğrencinin “*inekler kendileri için gerekli enerjilerini yeşil bitkilerden karşılar, insan ise enerjisini hem ototrof hem de heteretrof olarak beslenerek farklı olarak yapar. Bu nedenle birinci piramitteki insanın sahip olduğu enerji en fazladır*” yanıtı ve yukarıda Öğrenci 1' e ait verilen görüşme kaydından yapılan alıntı örnek olarak verilebilir.

#### 4.4 İlköğretim 8. Sınıf ve Üniversite Düzeyine Uygulanan Fen Bilgisi Tutum Ölçeğine İlişkin Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde çalışma kapsamında ilköğretim 8. sınıf ve üniversite öğrencilerinin fen'e yönelik tutumlarını ölçmek amacı ile her iki öğrenim düzeyine de ortak olarak uygulanan fen bilgisi tutum ölçeğinden elde edilen bulgulara yer verilmektedir. Adı geçen bu bulgular öncelikle ilköğretim ve üniversite gruplarında öğrenim gören öğrencilerin fen bilgisine yönelik tutum puanları arasındaki ilişkiyi (Tablo 4.27), arkasından ilköğretim grubunun cinsiyet değişkeni açısından tutumlarını (Tablo 4.28), ve son olarak ta üniversite grubunun cinsiyet değişkeni açısından tutumlarını (Tablo 4.29), sergiler biçimde sunulmaktadır.

Tablo 4.27 İlköğretim 8. Sınıf ve Üniversite Öğrencilerinin FBYTÖ Puanlarının Karşılaştırılması

Öğrenim Düzeyi	N	$\bar{X}$	SS	sd	t	p
İlköğretim	267	75.33	22.148	566	6.317	.000
Üniversite	301	64.93	16.890			



Tablo 4.27’ de görüldüğü üzere, ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin FBYTÖ toplam tutum puanlarının toplamı ortalaması [ $\bar{X} = 75.33$ ], üniversite öğrencilerinin ise [ $\bar{X} = 74.84$ ]’ dür. Öğrenim düzeyi değişkenin FBYTÖ puanları üzerine etkisinin anlamlılığını test etmek üzere uygulanan bağımsız t-testi sonuçlarına göre .05 anlamlılık düzeyinde ilköğretim grubu lehine anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir. [ $t_{566} = .000$ ;  $p < 0.05$ ]

Öte yandan ilköğretim öğrencilerinin cinsiyet değişkenine göre fen bilgisine yönelik tutumlarını gösteren Tablo 4.28 incelendiğinde ise, ilköğretim 8. sınıfta öğrenim gören kız öğrencilerinin FBYTÖ toplam tutum puanları ortalaması [ $\bar{X} = 75.61$ ], erkek öğrencilerin ise [ $\bar{X} = 74.84$ ]’ dür. Cinsiyet değişkenin FBYTÖ puanları üzerine etkisinin anlamlılığını test etmek üzere uygulanan bağımsız t-testi sonuçlarına göre .05 anlamlılık düzeyinde anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir. [ $t_{265} = 0.275$ ;  $p > 0.05$ ]

Tablo 4.28 İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Cinsiyet Değişkenine Göre FBYTÖ Puanlarının Karşılaştırılması

Cinsiyet	N	$\bar{X}$	SS	sd	t	p
Kız	168	75.61	22.148	265	0.275	0.784
Erkek	99	74.84	22.404			

Tablo 4.29 Üniversite Öğrencilerinin Cinsiyet Değişkenine Göre FBYTÖ Puanlarının Karşılaştırılması

Cinsiyet	N	$\bar{X}$	SS	sd	t	p
Kız	173	65.69	16.216	299	0.900	0.369
Erkek	128	63.91	17.775			

İlköğretim grubundan sonra, üniversite düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin cinsiyet değişkenine göre fen bilgisine yönelik tutumlarını gösteren Tablo 4.29 göz önüne alındığında, fen bilgisi öğretmenliği ana bilim dalında öğrenim gören kız öğrencilerin FBYTÖ tutum puanları toplamı ortalaması [ $\bar{X} = 65.69$ ] iken, erkek öğrenciler için bu değer [ $\bar{X} = 63.91$ ]’ dir. İlköğretim 8. sınıf öğrencileri için uygulandığı gibi burada da cinsiyet değişkeninin FBYTÖ puanları üzerine etkisinin anlamlığını test edebilmek için ilişkisiz t-testi kullanılmıştır. Tablo 4.29’ dan da anlaşılacağı üzere uygulanan bu t-testi sonuçlarına göre tutum puanları ile cinsiyetler arasında .05 anlamlılık düzeyinde anlamlı bir fark bulunmamaktadır [ $t_{299} = 0.900$ ;  $p > 0.05$ ].

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuçlar ve tartışma ile öneriler olmak üzere iki kısımdan oluşan bu bölümde, ilk önce araştırma ile ortaya çıkan ve bir önceki bölümde sunulan bulgulardan edilen sonuçlar verilerek, alan yazın eşliğinde tartışılmakta ve son olarak ta yine bu araştırma sonuçlarına dayalı olarak yapılan önerilere yer verilmektedir.

### 5.1 Sonuçlar ve Tartışma

Bu bölümde araştırmadan elde edilen bulgular ışığında araştırma sorularına cevap aranmaktadır. Bu yolla ortaya konan araştırma sonuçları, çalışmanın bir özeti niteliğine sahip tablolar halinde verilmektedir. Ayrıca bu bölümde, araştırmadan elde edilen sonuçların alan yazın ışığında değerlendirilmesi de yapılmaktadır. Örnekleme oluşturan farklı öğrenci grupları arasındaki karşılaştırmaların söz konusu olduğu durumlar için, “*yaş’a bağlı (cross-age)*” nitelikteki çalışmaların baskın bir özelliği olan “*ortak sorular eşliğinde yapılan kıyas*” bu çalışma kapsamında yapılan karşılaştırmalarda da göz önüne alınarak uygulanmıştır.

İlköğretim 8. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrenciler enerji kavramı ile hangi kavram/kavramları ilişkilendiriyorlar?

Üniversite 1., 2., 3. ve 4. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrenciler enerji kavramı ile hangi kavram/kavramları ilişkilendiriyorlar?

İlköğretim ve üniversite 1., 2., 3. 4. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin enerji kavramı ile ilişkilendirdikleri kavram/kavramlar arasında bir benzerlik var mıdır?

Yukarıdaki üç araştırma sorusuna, bulgulardan derlenen Tablo 5.1 ve Tablo 5.2 ile yanıt aranmıştır. Buna göre ilköğretim 8. sınıf ve üniversite düzeyde öğrenim gören öğrencilerin enerji kavramı ile ilk olarak *hareket, elektrik vb.* (ilköğretim), *iş, enerji çeşitleri vb.* (üniversite) kavramlarını ilişkilendirdikleri, ikinci olarak *güç, canlılık, ışık vb.* (ilköğretim), *enerji çeşitleri, hareket, ısı vb.* kavramları ile üçüncü olarak ta *güneş, ışık, canlılık vb.* (ilköğretim), *ısı, canlılık, iş vb.* (üniversite) kavramları ile ilişkilendirdikleri görülmektedir. Gruplar arası ilişkiye bakıldığında ise yüzde değerleri açısından grupların enerji kavramı ile çağrışım yaptıkları kavramlar arasında anlamlı bir fark yoktur. Trumper, Raviolo ve Shnersch [94] tarafından İsrail’ in Oranim kolejinde ve Arjantin’ in Bariloche enstitüsünde öğrenim gören ilköğretim öğretmen adayı 1. ve 2. sınıf üniversite öğrencileri ile yapılan benzer çalışmada ise, İsrail’ de hem 1. hem de 2. sınıfta öğrenim gören öğrencilerin enerji kavramını *kuvvet, elektrik, ısı vb.* kavramlarını ilişkilendirdiği, Arjantin’ de öğrenim gören öğrencilerin ise *insan ile kuvvet ile ve ısı, elektrik* gibi kavramlarla, enerji kavramı arasında ilişki kurdukları görülmektedir. İsrail ve Arjantin’ de yapılan araştırmanın sonuçları Tablo 5.1’ de, bu çalışmadan elde sonuçlarla birlikte verilmektedir. Bu anlamda öğrencilerin enerjiye atfettikleri kavramların öncelikler bağlamında alan yazından farklılıklar içerdiği belirlenmiştir. Yine alan yazında bu çalışmaya benzer nitelikte yapılan bir diğer çalışmada ise Çin ve Kanada da 4.,8. ve 12. sınıflar ile yürütülen bir çalışma sonucunda öğrencilerin enerji kavramını 11 farklı kategori altında düşündükleri sonucu tespit edilmiştir. Bu kategoriler sırası ile *İnsan İhtiyaçları, İnsan’ ın güç ve potansiyeli, enerji kaynakları, enerji akışı, enerji kullanımı, hareket, enerji çeşitleri, ölçme birimi, enerji dönüşüm, iş, enerji korunumu* şeklindedir [95]. İsrail ve Arjantin’de yapılan çalışmada olduğu gibi bu araştırma sonuçları da yapılan çalışma ile öncelikler açısından ayrılmaktadır.

Ayrıca enerji kavramının öğrenciler tarafından hangi kavramlarla birlikte düşünüldüğüne yönelik KAT-1 ve KAT-2’ nin ikinci sorularına denk düşen soruda ise öğrencilere kendilerine enerji kavramıyla ilgili verilen 8 resimden enerji ile yakınlık kurdukları sıra gözetilerek üç seçim yapmaları istenmiştir (EKAGGİT). İlköğretim 8. sınıf ve üniversite öğrencilerinin yaptıkları bu seçimler Tablo 5.2 ‘de verilmektedir. Tablo 5.2’ de de görüldüğü gibi ilköğretim ve üniversite

öğrencilerinin yaptıkları ilk seçimlerin genel anlamda, ikinci ve üçüncü seçimlerinde de en yüksek yüzdeye sahip ifadeleri (güneş, koşan sporcu) yönünde benzeştiği görülmektedir. Araştırmacı tarafından ülke şartlarına uyarlanan bu soru (örneğin; radyatör resmi soba resmi ile, yanan lamba resmi güneş resmi ile değiştirilmiştir) alıntı yapıldığı çalışmanın [70] sonuçları ile birlikte Tablo 5.2' de verilmiştir. Öğrencilerin yaptığı görsel ifade seçimleri bağlamında (nükleer santral, itilen kutu, bitki vb.) bu çalışma ile farklı sonuçlar verdiği görülmektedir.

Tablo 5.1 Enerji Kavramıyla Akla Gelen İlk Kavram Sorusunun Alan yazın ile Karşılaştırmalı Analizi

Enerji Kavramıyla Akla Gelen İlk Kavram	Üniversite	<b>İş</b>	<b>Enerji Çeşitleri</b>	<b>Isı</b>	<b>Işık</b>	<b>Hareket</b>	<b>Güç</b>	<b>Elektrik</b>	<b>ATP</b>	<b>Sağlık</b>
		%19	%16	%12	%11	%11	%9	%8	%6	%4
	İlköğretim 8. Sınıf	<b>Hareket</b>	<b>Güç</b>	<b>Güneş</b>	<b>Canlılık</b>	<b>Enerji Çeşitleri</b>	<b>Isı</b>	<b>İş</b>	<b>Elektrik</b>	<b>Diğer</b>
		%20	%15	%13	%12	%7	%7	%7	%5	%9
Enerji Kavramıyla Akla Gelen İkinci Kavram	Üniversite	<b>Enerji Çeşitleri</b>	<b>Hareket</b>	<b>Canlılık</b>	<b>Isı</b>	<b>Güç</b>	<b>İş</b>	<b>Işık</b>	<b>Elektrik</b>	<b>Diğer</b>
		%21	%14	%11	%10	%9	%8	%8	%5	%6
	İlköğretim 8. Sınıf	<b>Elektrik</b>	<b>Canlılık</b>	<b>Işık</b>	<b>Hareket</b>	<b>İş</b>	<b>Atom</b>	<b>Enerji Çeşitleri</b>	<b>Sıcaklık</b>	<b>Diğer</b>
		%23	%16	%14	%13	%8	%5	%4	%3	%14
Enerji Kavramıyla Akla Gelen Üçüncü Kavram	Üniversite	<b>Enerji Çeşitleri</b>	<b>Isı</b>	<b>İş</b>	<b>Hareket</b>	<b>Canlılık</b>	<b>Işık</b>	<b>Güç</b>	<b>Elektrik</b>	<b>Diğer</b>
		%21	%13	%11	%11	%10	%9	%6	%6	%5
	İlköğretim 8. Sınıf	<b>Elektrik</b>	<b>Işık</b>	<b>Canlılık</b>	<b>Enerji Çeşitleri</b>	<b>Güç</b>	<b>Hareket</b>	<b>Atom</b>	<b>İş</b>	<b>Diğer</b>
		%21	%14	%12	%9	%8	%8	%7	%6	%12
İsrail Oranım Koleji (EKAGGIT)	Üniversite 1. sınıf	<b>Kuvvet</b>	<b>Elektrik</b>	<b>Isı</b>	<b>Güneş</b>	<b>Işık</b>	<b>Güç</b>	<b>İnsanla ilişkili</b>	<b>hareket</b>	<b>Diğer</b>
		%23	%18	%16	%8	%5	%4	%4	%3	%14
	Üniversite 2. sınıf	<b>Kuvvet</b>	<b>Elektrik</b>	<b>Isı</b>	<b>Güneş</b>	<b>İnsanla ilişkili</b>	<b>Işık</b>	<b>Güç</b>	<b>hareket</b>	<b>Diğer</b>
		%23	%17	%13	%11	%7	%4	%2	%2	%14
Arjantin Bariloche Enstitüsü (EKAGGIT)	Üniversite 1. sınıf	<b>İnsanla ilişkili</b>	<b>Kuvvet</b>	<b>Isı</b>	<b>Güneş</b>	<b>Elektrik</b>	<b>Işık</b>	<b>hareket</b>	<b>Su</b>	<b>Diğer</b>
		%11	%10	%10	%9	%9	%9	%5	%2	%9
	Üniversite 2. sınıf	<b>İnsanla ilişkili</b>	<b>Kuvvet</b>	<b>Elektrik</b>	<b>Işık</b>	<b>hareket</b>	<b>Tüketim</b>	<b>Güneş</b>	<b>İş</b>	<b>Diğer</b>
		%9	%9	%7	%7	%7	%7	%6	%5	%17

Tablo 5.2 Enerji Kavramıyla Akla İlk Gelen Görsel İfadeler Sorusunun Alan yazın ile Karşılaştırmalı Analizi

Enerji Kavramıyla Akla Gelen İlk Görsel İfade	Üniversite	Güneş	Bitki	İtilen Kutu	Kimyasal Reaksiyon	Nükleer Santral	Koşan Sporcu	Halter Sporcusu	Soba	Kodlanamaz
		%20	%17	%14	%14	%12	%8	%8	%6	%1
	İlköğretim 8. Sınıf	Güneş	Halter Sporcusu	İtilen Kutu	Koşan Sporcu	Nükleer Santral	Soba	Kimyasal Reaksiyon	Bitki	Kodlanamaz
		%23	%21	%14	%13	%9	%7	%6	%6	%1
Enerji Kavramıyla Akla Gelen İkinci Görsel İfade	Üniversite	Güneş	Koşan Sporcu	Soba	İtilen Kutu	Bitki	Nükleer Santral	Halter Sporcusu	Kimyasal Reaksiyon	
		%27	%16	%15	%13	%11	%7	%6	%5	
	İlköğretim 8. Sınıf	Güneş	Halter Sporcusu	İtilen Kutu	Koşan Sporcu	Nükleer Santral	Soba	Bitki	Kimyasal Reaksiyon	
		%24	%21	%14	%13	%9	%7	%6	%6	
Enerji Kavramıyla Akla Gelen Üçüncü Görsel İfade	Üniversite	Koşan Sporcu	Soba	İtilen Kutu	Güneş	Kimyasal Reaksiyon	Bitki	Halter Sporcusu	Nükleer Santral	Kodlanamaz
		%24	%17	%11	%11	%10	%10	%8	%8	%1
	İlköğretim 8. Sınıf	Koşan Sporcu	Güneş	İtilen Kutu	Halter Sporcusu	Soba	Bitki	Nükleer Santral	Kimyasal Reaksiyon	
		%25	%16	%15	%13	%12	%8	%7	%4	
İsrail Oranım Koleji (EKAGGİT)	Üniversite 1. sınıf	Nükleer Santral	İtilen Kutu	Futbol oyuncusu	Bitki	Yanan Lamba	Radyatör	Tren	Kimyasal Reaksiyon	
		%22	%21	%14	%12	%11	%10	%6	%4	
	Üniversite 2. sınıf	Nükleer Santral	İtilen Kutu	Radyatör	Yanan Lamba	Bitki	Futbol oyuncusu	Kimyasal Reaksiyon	Tren	
		%21	%20	%13	%12	%11	%10	%7	%6	
Arjantin Bariloche Enstitüsü (EKAGGİT)	Üniversite 1. sınıf	Yanan Lamba	Bitki	İtilen Kutu	Nükleer Santral	Futbol oyuncusu	Radyatör	Tren	Kimyasal Reaksiyon	
		%21	%20	%15	%12	%12	%11	%6	%3	
	Üniversite 2. sınıf	Yanan Lamba	Bitki	Nükleer Santral	Futbol oyuncusu	İtilen Kutu	Tren	Radyatör	Kimyasal Reaksiyon	
		%28	%18	%13	%12	%10	%8	%7	%4	

İlköğretim ve üniversite düzeyinde öğrenim gören öğrencilerinin enerji kavramı ile ilişkilendirdikleri kavram/kavramların ortaya konmasının ardından, çalışmanın başlangıcında araştırma için belirlenen aşağıdaki üç araştırma sorusu da araştırmadan elde edilen bulgular baz alınarak açıklanmıştır (Tablo 5.3).

İlköğretim 8. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin enerji kavramını fen alanındaki hangi disiplin/disiplinler ile ilişkilendiriyorlar?

Üniversite 1., 2., 3. ve 4. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin enerji kavramını fen alanındaki hangi disiplin/disiplinler ile ilişkilendiriyorlar?

İlköğretim ve üniversite 1., 2., 3. 4. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin enerji kavramını fen alanında ilişkilendirdikleri disiplin/disiplinler arasında bir benzerlik var mıdır?

Buna göre KAT-1 ve KAT-2' de yer alan ve sonuçlarının bir önceki aşamada irdelendiği 1. soruda öğrencilerin enerji kavramı ile ilişkilendirdikleri kavramlar ile kurdukları cümleler ve öğrenciler ile yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmeler temelinde araştırmacı tarafından öğrencilerin enerji kavramını hangi fen disiplini ile birlikte düşündüğü açığa çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu doğrultuda Tablo 5.3 'te de görüldüğü gibi ilköğretim 8. sınıf ve üniversite düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin enerji kavramını ağırlıklı olarak Fizik disiplini ile birlikte düşünmektedirler. İki grup arasında bu disiplinel öncelik açısından anlamlı bir farklılık olmamakla birlikte Kimya disiplinin her iki grupta da yüzde olarak düşüklüğü dikkat çekicidir. Çalışmadan elde edilen bu sonuç alan yazın ile de örtüşmektedir [70].



Tablo 5.3 Enerji Kavramının İlişki Kurulan Fen Disiplinleri Boyutunda Analizi

Fen disiplinlerinin Enerji kavramı ile ilk ilişkilendirilmesi	Üniversite	Fizik	Biyoloji	Fizik-Kimya	Fizik-Biyoloji	Kimya-Biyoloji	Kimya	Fizik-Kimya-Biyoloji	Diğer
		%58	%11	%10	%9	%4	%4	%3	%1
	İlköğretim 8. Sınıf	Fizik	Fizik-Biyoloji	Fizik-Kimya-Biyoloji	Biyoloji	Diğer	Kimya-Biyoloji	Kimya	Fizik-Kimya
		%59	%11	%10	%9	%4	%4	%83	%0
Fen disiplinlerinin Enerji kavramı ile ikinci ilişkilendirilmesi	Üniversite	Fizik	Biyoloji	Fizik-Kimya-Biyoloji	Fizik-Biyoloji	Kimya	Kimya-Biyoloji	Diğer	Fizik-Kimya
		%65	%11	%7	%6	%5	%3	%2	%1
	İlköğretim 8. Sınıf	Fizik-Kimya-Biyoloji	Fizik-Biyoloji	Fizik	Kimya	Diğer	Biyoloji	Kimya-Biyoloji	Fizik-Kimya
		%33	%21	%17	%10	%6	%5	%5	%3
Fen disiplinlerinin Enerji kavramı ile üçüncü ilişkilendirilmesi	Üniversite	Fizik	Biyoloji	Fizik-Biyoloji	Fizik-Kimya-Biyoloji	Diğer	Kimya	Fizik-Kimya	Kimya-Biyoloji
		%59	%12	%10	%6	%6	%4	%4	%2
	İlköğretim 8. Sınıf	Biyoloji	Fizik	Fizik-Kimya-Biyoloji	Kimya	Fizik-Biyoloji	Fizik-Kimya	Kimya-Biyoloji	Diğer
		%34	%21	%18	%7	%6	%5	%5	%4

İlköğretim ve üniversitede öğrenim gören öğrencileri tarafından enerji kavramının fen alanındaki disiplin/disiplinler açısından nasıl ilişkilendirdiklerinin belirlenmesinden sonra, enerji kavramının ilköğretim 8. sınıf ve üniversite 1., 2., 3. 4. sınıf düzeyinde kavramsal olarak anlaşılma düzeyinin tespit etmek amacı ile belirlenen aşağıdaki üç araştırma sorusunun yanıtlanmasına geçilmiştir (Tablo 5.4, Tablo 5.5, Tablo 5.6, Tablo 5.7, Tablo 5.8 ve Tablo 5.9)

Enerji konusunun ilköğretim 8. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrenciler tarafından kavramsal olarak anlaşılma düzeyleri nelerdir?

Enerji konusunun, üniversite 1., 2., 3. ve 4. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrenciler tarafından kavramsal olarak anlaşılma düzeyleri nelerdir?

İlköğretim ve üniversite 1., 2., 3. 4. sınıf düzeyinde öğrenim düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin enerji konusuna ilişkin kavramsal anlama düzeyleri arasında anlamlı bir benzerlik var mıdır?

İlköğretim ve üniversite düzeylerine uygulanan kavramsal anlama testlerinde her iki gruba da ortak olarak ve farklı olarak sorulan soruların kavramsal anlaşılma düzeylerinin özet halinde verildiği bu tablolar, genel anlamda “bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar”, “bilimsel olarak kabul edilebilir ancak eksik yanıtlar” ve “bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar” kategori üst başlıkları altında oluşturulmuştur. Oluşturulan bu tablolarda ortak soruların yanıtlanma yüzdeleri ayrı toplamlar, ortak olmayan soruların yanıtlanma yüzdeleri ayrı toplamlar son olarak ta her alana ait genel toplamlar verilmiştir. Bu sayede grupların fen alanları açısından hem kendi kavramsal anlama düzeyleri ortaya konmuş, hem de ortak sorular bağlamında gruplar arası karşılaştırma yapma imkanı yakalanmıştır. Ayrıca tablolar incelendiğinde bazı yüzde frekans değerlerinin 100 den fazla olduğu (örnek: % 296.25) görülmektedir. Bu durum farklı sorulardan farklı yüzdelerin toplamlarının alınmasından kaynaklanmakta olup, her soru için bu durumun söz konusu olduğu göz önüne alındığında bu durum bir problem yaratmamakta ve karşılığı olduğu değer açısından diğer değerlerle karşılaştırılabilme imkanı sağlamaktadır.

Tablo 5.4 İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Fizik, Kimya ve Biyoloji Alanların Açısından Kavramsal Olarak Tam Anlaşılma Düzeyleri (Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar)

Fizik				Kimya				Biyoloji			
SORU	DÜZEY	N	%	SORU	DÜZEY	N	%	SORU	DÜZEY	N	%
3	A1	0	0	5	A1	0	0	4-a	A1	0	0
<b>TOPLAM</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	8a	A1	99	37.07	4-b	A1	0	0
6a	A1	10	3.74	8b	A1	67	25.09	4-C	A1	0	0
6a	A2	16	5.99	<b>TOPLAM</b>		<b>166</b>	<b>62.17</b>	<b>TOPLAM</b>		<b>0</b>	<b>0</b>
6a	A1	12	4.49	<b>GENEL TOPLAM</b>		<b>166</b>	<b>62.17</b>	7	A1	0	0
6a	A2	16	5.99					<b>TOPLAM</b>		<b>0</b>	<b>0</b>
<b>TOPLAM</b>		<b>54</b>	<b>20.22</b>					<b>GENEL TOPLAM</b>		<b>0</b>	<b>0</b>
<b>GENEL TOPLAM</b>		<b>54</b>	<b>20.22</b>								

Tablo 5.5 Üniversite Öğrencilerinin Fizik, Kimya ve Biyoloji Alanların Açısından Kavramsal Olarak Tam Anlaşılma Düzeyleri (Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar)

Fizik				Kimya				Biyoloji			
SORU	DÜZEY	N	%	SORU	DÜZEY	N	%	SORU	DÜZEY	N	%
3	A1	16	5.32	5	A1	78	25.92	4-a	A1	0	
<b>TOPLAM</b>		<b>16</b>	<b>5.32</b>	8a	A1	141	46.84	4-b	A1	11	3.65
6	A1	131	43.53	8b	A1	158	52.50	4-c	A1	0	0
<b>TOPLAM</b>		<b>131</b>	<b>43.53</b>	<b>TOPLAM</b>		<b>377</b>	<b>92.03</b>	<b>TOPLAM</b>		<b>11</b>	<b>3.65</b>
<b>GENEL TOPLAM</b>		<b>163</b>	<b>54.15</b>	<b>GENEL TOPLAM</b>		<b>377</b>	<b>92.03</b>	7	A1	78	25.91
								<b>TOPLAM</b>		<b>78</b>	<b>25.91</b>
								<b>GENEL TOPLAM</b>		<b>90</b>	<b>29.90</b>

Tablo 5.6 İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Fizik, Kimya ve Biyoloji Alanların Açısından Kavramsal Olarak Kısmi Anlaşılma Düzeyleri  
(Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Ama Eksik yanıtlar)

Fizik				Kimya				Biyoloji			
SORU	DÜZEY	N	%	SORU	DÜZEY	N	%	SORU	DÜZEY	N	%
3	A2	1	0.37	5	2A	9	3.38	4-a	B1	6	2.25
3	A3	106	39,7	5	2B	20	7.49	4-a	B2	12	4.49
<b>TOPLAM</b>		<b>107</b>	<b>40.07</b>	5	2C	22	8.24	4-a	B3	167	62.55
6a	B1	72	26.96	5	3A	8	3.00	4-b	B1	2	0.75
6a	B2	2	0.76	5	3B	82	30.71	4-b	B2	55	20.59
6b	B1	53	19.85	<b>TOPLAM</b>		<b>141</b>	<b>52.81</b>	4-b	B3	130	48.69
6b	B2	5	1.87	<b>GENEL TOPLAM</b>		<b>141</b>	<b>52.81</b>	4-c	B1	2	0.75
<b>TOPLAM</b>		<b>132</b>	<b>49.44</b>					4-c	B2	132	49.44
<b>GENEL TOPLAM</b>		<b>107</b>	<b>89.51</b>					4-c	B3	18	6,74
								<b>TOPLAM</b>		<b>524</b>	<b>196.26</b>
								7	A2	20	7.49
								7	A3	26	9.74
								7	B1	32	11.99
								7	B2	19	7.12
								7	B3	9	3.38
								7	B4	85	31.83
								7	B5	52	19.48
								7	B6	4	1.49
								7	B7	1	0.37
								7	C	12	4.49
								7	D	7	2.62
								<b>TOPLAM</b>		<b>267</b>	<b>100</b>
								<b>GENEL TOPLAM</b>		<b>791</b>	<b>296.25</b>

Tablo 5.7 Üniversite Öğrencilerinin Fizik, Kimya ve Biyoloji Alanları Açısından Kavramsal Olarak Kısmi Anlaşılma Düzeyleri (Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Ama Eksik Yanıtlar)

Fizik				Kimya				Biyoloji			
SORU	DÜZEY	N	%	SORU	DÜZEY	N	%	SORU	DÜZEY	N	%
3	A2	32	10.63	5	A1	0	0	4-a	B1	15	4.98
3	A3	18	5.98	5	A2a	40	13.29	4-a	B2	16	5.33
3	A4	6	1.99	5	A3a	44	14.63	4-a	B3	50	16.61
<b>TOPLAM</b>		<b>56</b>	<b>18.60</b>	5	A3b	84	27.92	4-a	B4	45	14.92
6	A2	23	7.64	<b>TOPLAM</b>		<b>168</b>	<b>55.81</b>	4-a	B5	18	5.98
6	A3	28	9.32	<b>GENEL TOPLAM</b>		<b>168</b>	<b>55.81</b>	4-a	B6	82	27.25
6	B1	9	2,99					4-b	B1	15	4.98
6	B2	12	3,98					4-b	B2	86	28.57
6	B3	24	7,97					4-b	B3	142	47.18
6	B4	13	4,32					4-c	B1	39	12.96
6	B5	13	4,32					4-c	B2	18	5.98
<b>TOPLAM</b>		<b>122</b>	<b>40.53</b>					4-c	B3	118	39.21
<b>GENEL TOPLAM</b>		<b>178</b>	<b>59.14</b>					4-c	B4	18	5.98
								<b>TOPLAM</b>		<b>662</b>	<b>219.93</b>
								7	A2	87	28.91
								7	A3	52	17.27
								7	B1	21	6.98
								7	B2	5	1.66
								7	B3	22	7.33
								7	B4	13	4.31
								7	B5	7	2.33
								7	C	13	4.31
								7	D	3	0.99
								<b>TOPLAM</b>		<b>223</b>	<b>74.09</b>
								<b>GENEL TOPLAM</b>		<b>885</b>	<b>294.02</b>

Tablo 5.8 İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Fizik, Kimya ve Biyoloji Alanların Açısından Kavramsal Olarak Yanlış Anlaşılma Düzeyleri  
(Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar)

Fizik				Kimya				Biyoloji			
SORU	DÜZEY	N	%	SORU	DÜZEY	N	%	SORU	DÜZEY	N	%
3	B1	26	9.74	5	A1	0	0	4-a	C1	1	0.37
3	B2	54	20.22	5	A2a	9	3,37	4-a	C2	56	5.99
3	C1	22	8.24	5	A2b	20	7,49	4-a	C3	51	19.11
3	C2	27	10.11	5	A2c	22	8,24	4-a	C4	7	2.62
3	D	20	18.35	5	A3a	8	3	4-a	D	5	1.87
3	E	11	4.12	5	A3b	32	11,99	4-a	E	2	0.75
<b>TOPLAM</b>		<b>160</b>	<b>59.93</b>	5	B1	9	3.37	4-b	C1	19	7.12
6a	B1	72	26.96	5	B2	47	17.61	4-b	C2	4	1.49
6a	B2	2	0.76	5	B3	8	3.00	4-b	C3	38	14.24
6b	B1	53	9.85	5	B4	7	2.62	4-b	C4	6	2.25
6b	B2	5	1.87	5	B5	23	8.61	4-b	C5	4	1.49
6a	C1	22	8.24	5	B6	13	4.87	4-b	D	6	2.25
6a	C2	97	36.32	5	C	8	3.00	4-c	C1	62	23.22
6a	C3	6	2.25	5	D	11	4.13	4-c	C2	11	4.12
6a	C4	3	1.12	8a	B1	109	40.82	4-c	C3	9	3.37
6a	C5	9	3.37	8a	B2	42	15.73	4-c	C4	12	4.49
6a	D1	12	4.49	8a	B3	29	10.86	4-c	D	10	3.75
6a	D2	1	0.37	8a	C	13	4.87	4-c	E	11	4.12
6a	E	13	4.86	8a	D	7	2.63	<b>TOPLAM</b>		<b>314</b>	<b>117.60</b>
6a	F	4	1.53	8b	B1	95	35.60	<b>GENEL TOPLAM</b>		<b>314</b>	<b>117.60</b>
6b	C1	69	25.84	8b	B2	24	9.00				
6b	C2	13	4.87	8b	B3	29	10.90				
6b	C3	46	17.23	8b	C	11	4.12				
6b	C4	17	6.37	8b	D	8	3.00				
6b	D1	8	2.99	<b>TOPLAM</b>		<b>584</b>	<b>218.73</b>				
6b	D2	4	1.49	<b>GENEL TOPLAM</b>		<b>584</b>	<b>218.73</b>				
6b	E	23	8.62								
6b	F	3	1.13								
<b>TOPLAM</b>		<b>350</b>	<b>93.63</b>								
<b>GENEL TOPLAM</b>		<b>510</b>	<b>191.01</b>								

Tablo 5.9 Üniversite Öğrencilerinin Fizik, Kimya ve Biyoloji Alanları Açısından Kavramsal Olarak Yanlış Anlaşılma Düzeyleri  
(Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar)

Fizik				Kimya				Biyoloji			
SORU	DÜZEY	N	%	SORU	DÜZEY	N	%	SORU	DÜZEY	N	%
3	B1	104	34.55	5	A1	0	0	4-a	C1	10	3.32
3	B2	22	7.32	5	A2a	9	3,37	4-a	C2	13	4.32
3	C1	91	30.23	5	A2b	20	7,49	4-a	C3	9	2.99
3	C2	5	1.66	5	A2c	22	8,24	4-a	C4	28	9.31
3	D	5	1.66	5	A3a	8	3	4-a	C5	5	1.66
3	E	2	0.66	5	A3b	32	11,99	4-a	D	7	2.33
<b>TOPLAM</b>		<b>229</b>	<b>76.08</b>	5	A1	67	25,10	4-a	E	3	0.99
6	C1	7	2,32	5	A2	99	37,08	4-b	C1	18	5.90
6	C2	7	2,32	5	B1	3	0.99	4-b	C2	12	3.90
6	C3	2	0,66	5	B2	2	0.67	4-b	C3	4	1.40
6	C4	5	1,66	5	B3	7	2.34	4-b	D	6	1.90
6	C5	8	2,66	5	B4	2	0.66	4-b	E	7	2.40
6	C6	8	2,66	5	B5	15	4.92	4-c	C1	27	8.97
6	D	8	2,66	5	B6	4	1.33	4-c	C2	53	17.61
6	E	3	0,99	5	B7	11	3.66	4-c	C3	6	1.99
<b>TOPLAM</b>		<b>48</b>	<b>25.91</b>	5	C	7	2.34	4-c	C4	11	3.65
<b>GENEL TOPLAM</b>		<b>277</b>	<b>92.03</b>	5	D	4	1.33	4-c	D	6	1.99
				8a	B1	79	26.25	4-c	E	5	1.66
				8a	B2	38	12.63	<b>TOPLAM</b>		<b>230</b>	<b>76.41</b>
				8a	B3	29	9.63	<b>GENEL TOPLAM</b>		<b>230</b>	<b>76.41</b>
				8a	C	10	3.32				
				8a	D	4	1.33				
				8b	B1	92	30.60				
				8b	B2	17	5.60				
				8b	B3	19	6.30				
				8b	C	11	3.70				
				8b	D	4	1.30				
				<b>TOPLAM</b>		<b>615</b>	<b>204.32</b>				
				<b>GENEL TOPLAM</b>		<b>615</b>	<b>204.32</b>				

Enerji kavramının ilköğretim 8. sınıf öğrencileri tarafından kimya (% 62.17) alanındaki kavramsal olarak tam anlaşılma düzeyleri, fizik (% 20.22) ve biyoloji (% 0) alanlarına göre daha iyi durumdadır. Ayrıca bu grupta yer alan öğrencilerin biyoloji alanında bilimsel olarak kabul edilebilir hiç yanıt vermiş olmaması dikkat çekicidir. Benzer şekilde Tablo 5.5 incelendiğinde üniversite öğrencilerinin de kimya (% 92.03) alanındaki kavramsal anlama düzeylerinin de, fizik (% 54.15) ve biyoloji (% 29.90) alanlarına göre daha iyi bir düzeyde olduğu görülmektedir. Söz konusu iki grup ortak sorular eşliğinde değerlendirildiğinde ise, Üniversite grubunun her üç alanda da (fizik %5.32, kimya % 92.03, biyoloji % 3.65) kavramsal anlam düzeyinin belirgin bir şekilde ilköğretim grubu (fizik % 0, kimya % 62.17, biyoloji % 0) 'dan daha iyi olan durumu Tablo 5.4 ve Tablo 5.5'ten anlaşılmaktadır.

Öte yandan bilimsel olarak kabul edilebilir ama eksik kategoride incelenen yanıtlara bakıldığında (Tablo 5.6 ve Tablo 5.7), ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin biyoloji alanında (% 296.25) tam yanıt verme oranlarının aksine fizik (% 89.51)ve kimya (% 52.81) alanlarına göre daha yüksek düzeyde cevaplarında kısmi yanıtlar barındırdıkları tespit edilmiştir. İlköğretim ve üniversite grupları arasında tam yanıt verme oranlarında olan mevcut benzerlik durumu (biyoloji %294.02, fizik %59.14, kimya %55.81) kısmi yanıtların oran bazında fen alanlarına dağılımlarında da devam ettiği görülmektedir. Ortak sorular bağlamında kısmi yanıtlar çerçevesinde gruplar arası karşılaştırmaya gidildiğinde ise üniversite grubunun fizik (% 18.60, % 89.51) alanı dışında diğer kimya (% 52.81, % 55.81) ve biyoloji (% 196.26, % 296.93) alanlarında da ilköğretim grubuna üstünlük sağladığı Tablo 5.6 ve Tablo 5.7' den anlaşılmaktadır.

Bunun yanında Tablo 5.8' e göre ilköğretim 8. sınıf düzeyinde, kimya (% 218.73) alanının da ki bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar fizik (% 191.01) ve biyoloji (% 117.60) alanına göre daha yüksek orandadır. Alanlar açısından bu sıralamanın üniversite grubunda da aynı yönde olduğu Tablo 5.9' da görülmektedir. Gruplar arası karşılaştırma yapıldığında ise ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin fizik (% 59.93, 76.08) alanı dışında kimya (% 218.73, % 204.32) ve biyoloji (% 117.60, % 76.41) alanlarında enerji kavramını bilimsel olarak yanlış kullanma oranlarının üniversite grubuna göre daha yüksek düzeyde olduğu gözlenmektedir.



İlköğretim ve üniversite 1., 2., 3. 4. sınıf düzeyinde öğrenim düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin fizik, kimya ve biyoloji alanlarındaki enerji konusuna ilişkin kavramsal anlama düzeylerinin ortaya konmasının ardından, bundan sonraki bölümde bu öğrencilerin enerji konusuna ilişkin fizik, kimya ve biyoloji alanlarında alternatif düşüncelerinin aranmasına yer verilmektedir. Bu doğrultuda bu düşüncelerin açıklanmasında araştırma sorularındaki sıra takip edilerek fizik, kimya ve biyoloji alanları ayrı-ayrı ele alınmıştır. Bu bağlamda ilk olarak fizik alanına ait aşağıdaki araştırma sorusuna yanıt aranmıştır.

İlköğretim ve üniversite 1., 2., 3., ve 4. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin fizik alanında enerji konusuna ilişkin alternatif düşünceleri arasında bir benzerlik var mıdır?

Tablo 5.10 İlköğretim ile Üniversite Öğrencilerinin Fizik Alanındaki Enerji Konularında Sahip oldukları Alternatif Düşüncelerinin Karşılaştırılması

Fizik Alanında Enerji konusu ile İlgili Alternatif Düşünceler		Öğrenim Düzeyi	
		İlköğretim	Üniversite
		İlköğretim 8. Sınıf	Fen Bilgisi Öğretmenliği 1.,2.,3. ve 4. Sınıf
<b>Enerji Çeşitleri Konusu ile İlgili Alternatif Düşünceler</b>		<b>Var = √</b>	<b>Yok = X</b>
1	Enerji çeşitlerinin işlevlerinin bilinmemesi.	√	√
2	Enerji çeşitlerinin birbirleri ile karıştırılması.	√	√
3	Bir yay'ın sahip olduğu yay potansiyel enerjisinin, bir cismin sahip olduğu potansiyel enerjisi olarak algılanması.	<b>X</b>	√
4	Kinetik enerjinin, Einstein' in özel görelilik teorisi ile karıştırılması.	<b>X</b>	√
<b>Enerji Dönüşümü Konusu ile İlgili Alternatif Düşünceler</b>			
5	Enerjinin dönüşümünün enerjinin azalması ya da enerjinin artması olarak algılanması.	√	<b>X</b>
6	Enerjinin dönüşümü kavranamayarak, bir sistem içerisinde söz konusu olan bir enerji dönüşümü olayının bilimsel dil yerine konuşma dili kullanılarak açıklanması.	√	√
7	Bir yay'ın sahip olduğu yay potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüşümünün kavranamaması	<b>X</b>	√
8	Farklı kütlelere sahip iki cisim özdeş yaylar ile sıkıştırıldığında, <u>yaylar özdeş</u> olduğundan serbest bırakıldıktan sonraki kinetik enerjileri de eşit olur.	<b>X</b>	√
<b>Enerjinin İletimi Konusu ile İlgili Alternatif Düşünceler</b>			
9	Enerji iletiminin kavranmasında zorluklar yaşanması ve bu iletimin açıklanmasında bilimsel dilin yerini konuşma dilinin alması.	√	√
<b>Sürtünme İle Enerji Arasındaki İlişkinin Kurulamaması Durumu ile İlgili Alternatif Düşünceler</b>			
10	Sürtünmesiz bir ortamda elektriklenme olmadığından dolayı enerjiden söz edilemez.	√	<b>X</b>
11	Enerji sadece sürtünme ile değişir. Sürtünmesiz ortamda enerji değişmez.	√	√

Tablo 5.10' un Devamı

Fizik Alanında Enerji konusu ile İlgili Alternatif Düşünceler		Öğrenim Düzeyi	
		İlköğretim	Üniversite
		İlköğretim 8. Sınıf	Fen Bilgisi Öğretmenliği 1.,2.,3. ve 4. Sınıf
Enerjinin Korunumu Konusu ile İlgili Alternatif Düşünceler			
12	Sürtünmesiz bir ortamda herhangi bir noktadan belli bir hızla harekete başlayan cismin toplam enerjisi azalır	√	<b>X</b>
13	Sürtünmesiz bir ortamda herhangi bir noktadan belli bir hızla geçen cismin toplam enerjisi artar.	√	<b>X</b>
14	Sürtünmesiz bir ortamda herhangi bir noktadan belli bir hızla geçen cismin toplam enerjisi hareket ettiği düzlemin şekline/eğimine/yüksekliğine bağlı olarak değişir.	√	<b>X</b>
15	Herhangi bir cismin toplam enerjisi sadece hareket süresi ile değişir	√	<b>X</b>
16	Herhangi iki cismin hızları eşitse enerjileri de her zaman eşittir.	√	<b>X</b>
17	Ağırlık artıkcça enerji her zaman artar.	√	<b>X</b>
Enerji İle Güç Kavramları Arasındaki İlişkinin Kurulamaması Durumu ile İlgili Alternatif Düşünceler			
18	Enerji ile güç kavramının birbirlerinin yerine kullanılması.	√	<b>X</b>

İlköğretim 8. sınıf ve üniversite öğrencilerinin bu araştırmanın sınırlılıkları kapsamı içerisinde fizik alanının da değerlendirilebilecek enerji çeşitleri, enerji dönüşümü, enerjinin iletimi, enerjinin korunumu konuları ile sürtünme -enerji arasında bağ kurulamaması konusunda tespit edilen 16 alternatif düşünce Tablo 5.11' de gruplar arası karşılaştırma yapılarak verilmektedir. Buna göre bu 16 alternatif düşünceden, ilköğretim grubunun 1., 2., 5., 6., 9., 10., 11., 12., 13., 14., 15., 16., 17. ve 18. maddedeki düşüncelere, üniversite grubunun ise 1., 2., 3., 4., 6., 7., 8., 9., ve 11. maddede yer belirtilen alternatif düşüncelere sahip olduğu görülmektedir.

Buna göre enerji çeşitlerinin işlevlerinin her iki grup tarafından da anlaşılmasında zorluklar yaşandığı, örneklemdaki bazı öğrencilerin enerji türlerini birbirlerinin yerine kullandıkları da tespit edilmiştir. Bu konuda bu araştırma ile örtüşen biçimde alan yazında da bir çok öğrenci yanlışları mevcuttur [65, 70, 71, 75, 85]. Örneğin bu araştırmada veri toplama aracı olarak kullanılan kavramsal anlama testler ve kurulan düzenekler ışında yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmelerde mekanik enerjinin sadece kinetik enerji değerine eşit olduğu ve kinetik enerji ile potansiyel enerjinin karıştırılması bulgusu tespit edilirken, alan yazında mekanik enerjinin kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamına eşit olduğunun bilinmemesine [74], ve kinetik enerjini hızdan bağımsız olduğu yanlışlığına [65] vurgu yapılmaktadır. Ayrıca üniversite grubunda rastlanan bir yayın sahip olduğu yay potansiyel enerjisinin, belli bir yükseklikte bir cismin sahip olduğu potansiyel enerji olarak algılanması ve farklı kütlelere sahip iki cismin özdeş yaylar ile sıkıştırıldıktan sonra serbest bırakıldıktan sonra kinetik enerjilerinin yalnız yayların özdeş olmasına bağlanması yanlışları alan yazında belirlenen yayın sahip olduğu enerjinin kinetik enerji olduğu bulgusu [85] ile ayrılmakta fakat genel anlamda bakıldığında yay potansiyel enerjisinin anlaşılabilmesi ortak paydasının olduğu görülmektedir. Enerji çeşitlerinin yanlış değerlendirilmesine ilişkin bir diğer örneği de, belli bir kütle ve hıza sahip bir cismin kinetik enerjisinin Einstein' in görelilik teorisi ile açıklanma yoluna gidilmesi oluşturmaktadır.

Yalnız üniversite grubunda görülen bu yanlışın ardından Tablo 5.11' de enerji dönüşümü konusu üst başlığı altında verilen alternatif düşüncelerden 5. maddeye denk düşen yanlışın yalnız ilköğretim grubu tarafından dile getirildiği

görülmektedir. Burada Hapkievicz (1992) tarafından da ortaya konulan enerji dönüşümünde enerjinin azaldığı yanlışlığı [62] ile bu araştırmaya özgü olarak enerji dönüşümünde enerjinin artacağı bulgusuna yer verilmektedir.

Bunun yanında enerji dönüşümünün bilimsel dil yerine konuşma dili kullanılarak açıklandığı durumlara hem ilköğretim düzeyinde hem de üniversite düzeyinde rastlanmaktadır (Örnek: İletken teller ile akım motora gelir yerine teller sayesinde motor çalışır vb.). Cismin potansiyel enerjisi artar yerine cismin yükseleceği, cismin kinetik enerjisindeki artış yerine cisim hızlanır, cisim elektrik enerjisi kazanır yerine de cisim elektriklenir vb. öğrenci ifadelerinin örnek olarak verilebileceği bu duruma ilişkin alternatif düşünceler alan yazında ile de desteklenmiştir [66, 85].

Alan yazında [75]. “*devre açıkken elektrik enerjisi vardır, kapalıyken yoktur ve onlar teller içerisinden taşınır*” örnek öğrenci ifadesi ile açıklanmaya çalışılan öğrencilerdeki enerjinin iletiminde yaşadığı zorluk, benzer biçimde bu araştırmada yerini almaktadır. Buna ek olarak Şekil 4. 24 de verilen ve ilköğretim grubu için KAT-1’ in, üniversite grubu için ise KAT-2’ in 3. sorusu olarak öğrencilerine yönelik olarak yer alan soru için laboratuvar ortamında kurulan düzenek (Şekil 4. 26) nezaretinde yürütülen yarı-yapılandırılmış görüşmelerde de “*iletken tel, motor mili, düşey doğrultuda asılı ip*” gibi ilgili sistemde enerji iletimini sağlayarak dönüşüme aracı olan unsurlara değinilmekte yetersiz kaldığı tespit edilmiştir.

Tablo 5.10’ da 10. ve 11. maddelere karşılık gelen sürtünme-enerji ilişkisine dayalı yanlışlıklardan sürtünmesiz ortamda enerjinin değişmeyeceği düşüncesi ilköğretim ve üniversite grubunda da ortak olarak görülmektedir. Buna ek olarak ilköğretim grubunda ayrıca “*sürtünmesiz ortamın*” anlamına ilişkin bir kavram karmaşası söz konusu olup “*sürtme ile elektriklenme*” kavramı ile karıştırılmaktadır.

Enerjinin korunumu prensibine ilişkin, üniversite grubunda bu prensip biliniş açıklanılmasında yaşanan problemlerin yanında ilköğretim grubunda bu probleme ek olarak bu prensibin dahi henüz tam olarak bilinmediğı eldeki bulgulardan doğrulanmaktadır. Bu bağlamda Tablo 5.10' da 12, 13, 14 ve 15. maddeler toplam enerji değeri, bir başka deyişle enerjinin korunumunun anlaşılmasında ilköğretim grubunda karşılaşılan sorunları özetlemektedir. Bu araştırma sonucunda ortaya konan bu maddelerde yer alan ve öğrenmede yaşanan güçlükleri tasvir eden alternatif düşüncelere, alan yazında da sıklıkla yer almaktadır [65, 70, 85, 89, 96].

Öte yandan yine ilköğretim grubuna ait enerjinin yalnız hız ya da ağırlık ile değışeceğı yanlışlığı ile enerji kavramının güç kavramı ile karıştırılması (*Örnek öğrenci ifadesi: saatimizi çalıştıran pilin gücüdür*) ile kendini gösteren kavram karmaşası [62, 65, 70, 73] Tablo 5.10' da yer almaktadır.

Enerji kavramı ile ilgili olarak ilköğretim 8. sınıf ve üniversite 1., 2., 3., 4. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin sahip olduğı alternatif düşüncelerin fizik alanı açısından incelenmesinin ardından, aynı örneklem grubunun kimya alanında enerji konusuna ait öğrenme güçlüğü yaşadığı durumlara ilişkin sahip oldukları alternatif düşünceleri noktaları belirlemek amacıyla sorulan ve aşağıda bir madde halinde yer alan araştırma sorusuna Tablo 5.11 ile açıklık getirilmektedir.

İlköğretim ve üniversite 1., 2., 3., 4. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin kimya alanında enerji konusuna ilişkin alternatif düşünceleri arasında bir benzerlik var mıdır?

Tablo 5.11 İlköğretim ile Üniversite Öğrencilerinin Kimya Alanındaki Enerji Konularında Sahip oldukları Alternatif Düşüncelerinin Karşılaştırılması

Kimya Alanında Enerji konusu ile İlgili Alternatif Düşünceler		Öğrenim Düzeyi	
		İlköğretim	Üniversite
		İlköğretim 8. Sınıf	Fen Bilgisi Öğretmenliği 1.,2.,3. ve 4. Sınıf
Maddenin fiziksel hallerinde meydana gelen hal değişimlerinin enerji boyutunda değerlendirilmesi ile ilgili alternatif düşünceler		Var = √	Yok = X
1	Maddenin katı hali sıvı haline göre, sıvı hali de gaz haline göre daha düzenli olduğundan taneciklerinin sahip olduğu enerjileri daha fazladır.	√	X
2	Maddenin katı hali sıvı haline göre, sıvı hali de gaz haline göre daha yoğun ve sıkı olduğundan taneciklerinin sahip olduğu enerjileri daha fazladır.	√	X
3	Maddenin katı halinde tanecikler hareket edemezler. Sıvı halde biraz hareket ederler, gaz halinde daha fazla hareketlidirler. Bu nedenle katı halin sıvıya göre sıvı halinde gaz haline göre taneciklerinin sahip olduğu enerji fazladır.	√	X
4	Maddenin gaz halinin sıvı hale göre, sıvı halinin de katı hale göre tanecikler arası boşlukları fazladır. Bu neden katı halin sıvı hale göre sıvı halinde gaz haline göre taneciklerinin sahip olduğu enerjisi fazladır.	√	X
5	Maddenin katı halindeki tanecikler arası çekim kuvveti sıvı ve gaz halindeki göre daha fazla olduğundan taneciklerinin sahip olduğu enerjileri fazladır. Sıvı halin tanecikleri arasındaki çekim kuvveti de da katı hale göre daha az olmakla birlikte tanecikler arası çekim kuvveti yok denecek kadar az olan gaz haline göre fazla olduğunda enerjisi de gaz haline göre daha fazla olur.	√	√
6	Maddenin katı halindeki tanecikler arası çekim kuvveti ve tanecikler arası boşluk sıvı ve gaz haline göre daha az olduğundan taneciklerinin sahip olduğu enerjileri de en azdır. Gaz halinde tanecikleri arası çekim ve bu taneciklerindeki arası boşluk en fazla olduğundan taneciklerinin sahip olduğu enerji en fazladır.	√	X
7	Katı, sıvı ve gaz hali aynı maddenin farklı fiziksel halleri olduğunda taneciklerin sahip olduğu enerji hepsinde aynıdır.	√	√
8	Maddenin gaz halinin sıcaklığı sıvı hale göre, sıvı halinin sıcaklığı da katı hale göre daha fazla olduğundan taneciklerinin sahip olduğu enerji daha büyüktür.	X	√
9	Maddenin gaz hali, sıvı haline göre, sıvı hali de katı hale göre daha kararsız yapıda olduğundan daha büyük enerjiye sahiptir.	X	√

Tablo 5.11' in Devamı

Kimya Alanında Enerji konusu ile İlgili Alternatif Düşünceler		Öğretim Düzeyi	
		İlköğretim	Üniversite
		İlköğretim 8. Sınıf	Fen Bilgisi Öğretmenliği 1.,2.,3. ve 4. Sınıf
10	Katı halden gaz hale doğru gidildikçe moleküller arası bağlar zayıflar ve kopar. Moleküller arası bağları koparmak içinde bir enerjiye ihtiyaç vardır ve ayrıca moleküller birbirlerinden ayrıldıkça bir enerji kazanırlar. O nedenle gaz halin sıvı hale göre sıvı halinde katı hale göre taneciklerinin sahip olduğu enerji fazladır.	X	√
11	Maddenin gaz halinde tanecikler arası yükseklik katı ve sıvı hale göre daha fazla olduğundan potansiyel enerjisi daha büyük olur. Sıvı halinde potansiyel enerjisi katı hale göre daha fazladır.	X	√
12	Maddenin katı halinde tanecikler sıvı ve gaz haline göre birbirine daha yakın olduğundan taneciklerin çarpışma olasılıkları yüksektir. Bu şekilde kinetik enerji değerleri diğer fazlara göre daha yüksektir	X	√
<b>Kimyasal bağların oluşma ve kopma durumlarında enerjinin rolünün değerlendirilmesi ile ilgili alternatif düşünceler</b>			
13	Su oluşumu sırasında, H <sub>2</sub> molekülündeki (H—H) bağ kopar. Bu esnada enerji açığa çıkar.	√	√
14	Su oluşumu sırasında, H <sub>2</sub> molekülündeki (H—H) bağ oluşur. Bu esnada enerji gerekir	√	√
15	Su oluşumu sırasında, H <sub>2</sub> molekülündeki (H—H) bağ oluşur. Bu esnada enerji açığa çıkar	√	√
16	Suyun oluşumunda, (H <sub>2</sub> O ) molekülündeki (H—O ve O— H) bağlar oluşur. Bu esnada enerji gerekir	√	√
17	Suyun oluşumunda, (H <sub>2</sub> O) molekülündeki (H—O ve O—H) bağlar kopar. Bu esnada enerji açığa çıkar	√	√
18	Suyun oluşumunda, (H <sub>2</sub> O) molekülündeki (H—O ve O— H) bağlar kopar. Bu esnada enerji gerekir	√	√
19	Su oluşumunda, (H <sub>2</sub> O) molekülündeki (H—O ve O— H) bağlar oluşurken enerji gerekmez, kendiliğinde oluşur.	√	X



İlköğretim 8. sınıf ve üniversite öğrencilerinin maddenin fiziksel hallerinde meydana gelen hal değişimlerini enerji boyutunda değerlendirmeleri ile ilgili sahip oldukları alternatif düşünceler Tablo 5.11' de görüldüğü gibi bu çalışmada 13 madde halinde verilmektedir. Ayrıca Tablo 5.11' de belirtilen bu alternatif düşünceler, ilköğretim (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) ve üniversite grupları (5, 7, 8, 9, 10, 11, 12) arasındaki farklar bağlamında da değerlendirilebilme imkanın yakalanmaktadır. Öğrencilerin makroskobik (1, 2, 7, 8, 9) ve mikroskobik (3, 4, 5, 6, 10, 11, 12) açıdan bir bakış sergilemeleri ile ortaya çıkan bu güçlükler alan yazında da rastlanmaktadır [118, 119, 120, 121, 122, 123]. Bu çalışma sonuçlarının alan yazın ile örtüştüğü bir diğer yanlış öğrenci ifadeleri; maddenin katı halinde taneciklerin hareketsiz/sıkı/yoğun/kararsız olduğu [124-125] ve katı halde tanecikler arasında az ya da hiç boşluk olmadığı fikridir. Bu noktadan hareketle bu çalışmada ilköğretim öğrencileri katı halde taneciklerin sahip olduğu enerjinin sıvı hale göre, sıvı haldeki taneciklerin enerjisinin de gaz hale göre daha büyük olduğu yanlış fikrini savunmaktadırlar. Gaz halden katı hale doğru gidildikçe, tanecikler arası çekim kuvvetinin artacağından [121] ya da kimyasal bağların güçleneceğinden [126] dolayı taneciklerin enerjilerinde artma olacaktır yanlış öğrenci düşüncesi ile maddenin gaz halinin sıcaklığının sıvı ve katı hale göre, daha fazla olduğundan taneciklerinin sahip olduğu enerjisi daha büyüktür [121] düşüncesi de alan yazında destek bulmakta ancak bu çalışmada yalnız ilköğretim öğrencileri tarafından dile getirilen maddenin katı halinde tanecikler arası çekim kuvvetinin en az olduğu düşüncesine alan yazında rastlanamamaktadır. Bu çalışma ile ortaya konan bir diğer özgün öğrenci yanılgıları ise Tablo 5.11' de 7, 9 ve 10 numaralı maddelerde sunulmaktadır.

Öte yandan örnekleme oluşturan ilköğretim ve üniversite öğrencilerinin enerji kavramı çerçevesinde kimya alanında öğrenme gücünü yaşadığı bir diğer konuda kimyasal bağların oluşma ve kopma durumlarında mevcuttur. Her iki grupta da ortak olarak görülen bu yanılgılar Tablo 5.10' da verilmektedir (13, 14, 15, 16, 17 ve 18). Buna göre alan yazında da sıkça rastlanan kimyasal bağların, kopma sürecinde enerji açığa çıktığı [41, 80, 84, 127, 128] ve oluşum sürecinde de enerji gerektiği [41, 80, 84, 127, 128] yanılgıları bu çalışmada da kendine yer bulmaktadır (13 ve 16). Buna ek olarak Tablo 5.10' da 14, 15, 17, 18 ve 19. maddelerde belirtilen konu ile ilgili

öğrencilerin sahip olduğu alternatif düşünceler, bu araştırma ile ortaya konmuş olup alan yazına yeni katkılar getirmektedir.

Enerji kavramı ile ilgili olarak ilköğretim 8. sınıf ve üniversite öğrencilerinin fizik ve kimya alanlarında sahip oldukları alternatif düşüncelerin açıklığa kavuşturulmasından sonra son olarak her iki grupta yer alan öğrencilerin biyoloji alanındaki enerji konularına ait sahip olduğu alternatif düşünceler, aşağıda verilen araştırma sorusuna yanıt aranır biçimde açıklanmaktadır (Tablo 5.12).

İlköğretim ve üniversite 1., 2., 3., 4. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin biyoloji alanında enerji konusuna ilişkin alternatif düşünceleri arasında bir benzerlik var mıdır?

Tablo 5.12 İlköğretim ile Üniversite Öğrencilerinin Biyoloji Alanındaki Enerji Konularında Sahip oldukları Alternatif Düşüncelerinin Karşılaştırılması

Biyoloji Alanında Enerji konusu ile İlgili Alternatif Düşünceler		Öğrenim Düzeyi	
		İlköğretim	Üniversite
		İlköğretim 8. Sınıf	Fen Bilgisi Öğretmenliği 1.,2.,3. ve 4. Sınıf
<b>Koşma ile Vücutta Oluşan Yorgunluğun Nedenin, Enerji Bağlamında Açıklanmasında Sahip Olunan Alternatif Düşünceler</b>		<b>Var = √</b>	<b>Yok = X</b>
Koşma sonucu vücutta oluşan yorgunluğun nedeni;			
1	Vücutta üretilen ATP enerjisinin azalmasıdır.	√	X
2	Vücutta üretilen ATP enerjisinin bitmesidir.	√	√
3	Terlemenin meydana gelerek vücutta bir ısınmanın oluşması ve bu durumunda dermansızlığa yol açmasıdır.	√	√
4	Vücuttaki enerjinin bitip tükenmesidir.	√	√
5	Güç kaybıdır.	√	√
<b>Koşma Eylemi Sonrasında Yemek Yeme Eyleminin Yapılmasının Nedeninin, Enerji Bağlamında Açıklanmasında Sahip Olunan Alternatif Düşünceler</b>			
Yapılan koşma eylemi sonrasında yemek yenilmesinin nedeni;			
6	Biten enerjinin geri kazanılabilmesi amacıdır.	√	√
7	Yemek yeme ile alınan besinlerin <u>sindirimi</u> sonucu enerji elde edilecek olmasıdır.	√	√
8	Yorgunluğun giderilmesi amacıdır.	√	X
9	Açlığın giderilmesi amacıdır.	√	X
10	Vücudun güç toplaması/dinamik hale gelmesini sağlayabilmesi amacıdır.	√	√
<b>Koşma Eyleminden Sonra Yemek Yenilmesinin Ardından Uyku Eyleminin Yapılmasının Nedeninin, Enerji Bağlamında Açıklanmasında Sahip Olunan Alternatif Düşünceler</b>			
Koşma eyleminden sonra yemek yenilmesinden sonra yapılan uyuma eyleminin yapılmasının nedeni;			

Tablo 5.12' nin Devamı

Biyoloji Alanında Enerji konusu ile İlgili Alternatif Düşünceler		Öğrenim Düzeyi	
		İlköğretim	Üniversite
		İlköğretim 8. Sınıf	Fen Bilgisi Öğretmenliği 1.,2.,3. ve 4. Sınıf
11	Yorulma ile vücuda çöken ağırlıktır	X	√
12	Yemekle alınan besinlerin vücutta mayışiklık durumu yaratmasıdır.	√	X
13	Uyku sırasında az enerji [bazal metabolizma kastediliyor] tüketilmesidir.	X	√
14	Uyku sırasında enerji tüketilmemesidir.	√	X
15	Vücutta meydana gelen yorulmadır.	√	X
16	Bu esnada sindirimin gerçekleşerek, gerekli enerjinin temin edilebilmesi içindir.	X	√
<b>Besin-Enerji Piramidinde Gerçekleşen Enerji Aktarımının Açıklanmasında Sahip Olunan Alternatif Düşünceler</b>			
Besin-enerji piramidinde gerçekleşen enerji aktarımının;			
17	"Canlıların beslenme türüne" bağlı olarak açıklanması.	√	√
18	"Canlıların fiziki vücut büyüklüklerine" bağlı olarak açıklanması.	√	X
19	"Canlıların piramitte sahip olduğu alana" dayalı olarak açıklanması.	X	√
20	"Canlı sayısına" bağlı olarak açıklanması.	√	√
21	"Canlıların harcama kapasitesine" dayalı olarak açıklanması.	√	X
22	"Canlıların hareket yeteneklerine" dayalı olarak açıklanması.	√	X
23	"Enerjinin korunumuna" dayalı olarak açıklanması.	√	√
24	"Besin değerine" dayalı olarak açıklanması.	√	√

İlköğretim ve üniversite öğrencilerinin biyoloji alanında yer alan enerji konularına ilişkin yöneltilen kavramsal anlama testlerindeki sorular ve yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmeler ile tespit edilen alternatif düşünceleri Tablo 5.12’ de verilmektedir. Bahsi geçen bu düşünceler Tablo 5.12’de de görüldüğü üzere “koşma ile vücutta oluşan yorgunluğun nedeninin “enerji bağlamında açıklanmasında sahip olunan alternatif düşünceler”, “koşma eylemi sonrasında yemek yeme eyleminin yapılmasının nedeninin, enerji bağlamında açıklanmasında sahip olunan alternatif düşünceler”, “koşma eyleminden sonra yemek yenilmesinin ardından uyku eyleminin yapılmasının nedeninin, enerji bağlamında açıklanmasında sahip olunan alternatif düşünceler” ve “besin-enerji piramidinde gerçekleşen enerji aktarımının açıklanmasında sahip olunan alternatif düşünceler” olmak üzere dört ana başlıkta incelenmiştir.

İlköğretim 8. sınıf ve üniversite öğrencileri arasında karşılaştırma imkanında sağlanabildiği (ilköğretim: 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9., 10., 11., 12., 15., 17., 18., 20., 21., 22., 23 ve 24. maddeler ile üniversite: 2., 3., 4., 5., 6., 7., 10., 11., 13., 16., 17., 19., 20., 23. ve 24. maddeler) bu tablodaki belirtilen sıra takip edilerek incelemeye yapmak gerekirse, ilk olarak koşma eylemi sonucu yorulma duyusunun meydana gelmesinin nedeninin enerjideki (ATP) azalmadan kaynaklandığı belirtilen ilköğretim öğrencileri ile enerjinin (ATP) bitmesinden kaynaklandığını belirten hem ilköğretim hem de üniversite öğrencilerinin sahip olduğu yanılgılar dikkat çekmektedir. Tablo 5.12 ‘de 5. madde olarak yer alan ve 2. maddeden daha genel olarak, yorulmayı enerjinin bitmesine bağlayan düşüncelere, alan yazında da sıklıkla rastlanmaktadır [52, 57, 58, 62, 79]. Ayrıca yalnız biyoloji alanında değil diğer fen alanlarına (fizik, kimya) ait alan yazında yapılmış çalışmalarda da [59] [64] [68] [80] sıklıkla vurgu yapılan öğrencilerin öğrenmede güçlük yaşadığı bir diğer durum ise güç ile enerji kavramlarının Tablo 5.12’ de 5. maddede olduğu gibi birbirleri ile karıştırılmasıdır [66]. Hem ilköğretim hem de üniversite düzeyinde görülen ve 3. madde yer alan yorulmanın, dermansızlık kavramı ile ilişkilendirildiği durum konuşma dilinde yer alan bir ifade olup, bilimsel açıdan bir geçerliliği yoktur. Öğrencilerin kendilerine yöneltilen sorulara ilişkin yaptıkları açıklamalarda bilimsel dil yerine günlük konuşma dilini kullanması yine diğer fen alanları [69, 85] hatta

diğer bilim dallarında (matematik, geometri, coğrafya vb) yapılmış daha önceki çalışmalarda da tespit edilmiş yanılıdır [57].

Koşma eyleminin enerji açısından nedenlerinin sorgulandığı kısmın ardından, yemek yeme eylemi de aynı düzlemde değerlendirildiğinde, yemek yenmesi nedeninin güç toplama amacına bağlanması ile enerji-güç kavramları arasında yaşanan karmaşaya, dinamik hale gelmesi söylemi ile de günlük dilin kullanımından kaynaklanan yanılılara işaret etmesi ilginçtir. Bunun yanında yemek yenilmesi nedeninin, açlığın giderilmesi (8. madde) ve yorgunluğun giderilmesi (9. madde) gibi ifadeler açıklanması enerji kavramı ile bağın kurulamamış olduğu “konuşma dilinin kullanımı kaynaklı” yanılıların uzantısı niteliğindedir. Bu iki durum yalnız ilköğretim grubunda mevcut olup, koşma eyleminin nedeninin de olduğu gibi yemek yeme eyleminin de nedeninin enerji bağlamında açıklanmasında yapılan enerji bitmesi/tükenmesi yanılısına (6. madde) her iki öğrenim grubunda da rastlanmaktadır [52, 55, 57, 62, 69]. Bu yanılı Gilbert ve Pope (1982), Watts ve Gilbert (1982b) tarafından tanımlanan depo çerçevesine bağlamında değerlendirilebilir [55]. Ayrıca bu araştırma ile ortaya konmuş olan ve hem ilköğretim hem de üniversite öğrencilerinde tespit edilen sindirim ile solunum kavramlarının karıştırılması ile oluşan “sindirim sonucu enerji edilir” alternatif düşüncesi de yanılısı da alan yazın ile örtüşmektedir [129].

Koşma ve yemek yeme eylemlerinin nedenlerinde rastlanan alternatif düşüncelere benzer düşünceleri bu eylemlerin ardından gerçekleştirilen uyku eyleminin enerji açısında nedenin açıklandığı ifadelerde de görmek mümkündür. Bunlardan 11, 12 ve 15. maddeler, bilimsel dil yerine konuşma dilinin kullanılması alternatif düşüncesine (ağırlık, çökmesi, mayışıklık hali vb.), 16. madde ise, sindirim sonucu enerji elde edileceği alternatif düşüncesine örnek olarak verilebilir. Bunlara ek olarak bu kısımda yalnız ilköğretim grubu tarafından ifade edilen uyku esnasında enerji tüketilmeyeceği yanılısı [130] bir ölçüde enerji konusunda alan yazında yer alan en yaygın kavram yanılılarından olan “hareketsiz nesnelere enerjisi yoktur” [85, 86] yanılı düşüncesi ile de örtüşmektedir. Bunun yanında bu kez sadece üniversite grubu tarafından dile getirilen uyku esnasında en az enerji tüketileceği fikri bazal

metabolizma ile karıştırılmanın bir sonucu olma özelliğini taşımakta olup, ortaya konan bu alternatif düşünceye alan yazında rastlanamamıştır.

Öte yandan besin-enerji piramidindeki enerji aktarımının açıklanması konusunda ilköğretim ve üniversite öğrencilerinin sahip oldukları alternatif düşünceler Tablo 5.12 ile verilmektedir. Bu konuda alan yazında yapılmış çalışmalar olmakla birlikte [61, 63, 82] bu araştırma sonuçlarının alan yazındaki bulguları genişlettiği noktalarda mevcuttur. Buna göre hem ilköğretim hem de üniversite gruplarında tespit edilen Tablo 5.12’ de 17. madde olarak yer alan besin-enerji piramidindeki enerji aktarımının “canlıların beslenme türüne” [131] bağlı olarak açıklandığı alternatif düşüncesi ile bu aktarımın “enerjinin korunumuna” [132] ve “besin değerine” [131] dayalı olarak yanlış açıklandığı alternatif düşünceleri alan yazınca da desteklenilmektedir. Ayrıca besin-enerji piramidindeki enerji aktarımına yönelik, bu araştırma ile saptanan ve Tablo 5.12’ de görülen “canlıların fiziki vücut büyüklüklerine”, “canlıların piramitte sahip olduğu alana”, “canlıların hareket yeteneklerine” ve “canlıların harcama kapasitelerine” bağlı yapılan öğrenci düşünceleri alan yazında “ilkel organizmalardan üstün (kompleks) organizmalara doğru gidildikçe sahip olunan enerji miktarı artar” [133] ifadesi ortak paydasında özet niteliğinde yer almaktadır. Yine Tablo 5.12 ’de 20. madde olarak yer alan ve her iki öğrenim grubu tarafından da dile getirilen besin-enerji piramidinde enerji aktarımının “canlı sayısına” dayalı olarak ifade edildiği alternatif düşüncesi alan yazından elde edilen bulgular ile örtüşmektedir [134].

Çalışmanın bu sonuç ve tartışma bölümünde bu kısma kadar ilköğretim ve üniversite öğrencilerinin fizik, kimya ve biyoloji alanlarındaki enerji konuları bağlamında kavramsal anlama düzeyleri ve bu alanlarda sahip oldukları alternatif düşünceler tüm detayları ortaya konmuş olup, bu yolla araştırma başlangıcında belirlenen aşağıdaki araştırma sorusu da bu bağlamda kendisine yanıt bulmaktadır.

İlköğretim ve üniversite 1., 2., 3., 4. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin farklı alanlar için (fizik, kimya, biyoloji) enerji konusunda öğrenmeleri farklılık göstermekte midir?

Araştırma kapsamında incelenen bir diğer problemde ilköğretim ve üniversite düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin fen'e yönelik tutumları ile ilgilidir. Buna yönelik olarak belirlenen aşağıdaki iki araştırma sorusu sıra ile yanıtlanmaktadır.

İlköğretim ve üniversitede öğrenim gören öğrencilerin fen dersine yönelik tutum puanları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

Bulgular ve yorumlar bölümde de belirtildiği gibi ilköğretim öğrencilerinin fen dersine yönelik toplam tutum puanlarının ortalaması kız öğrenciler için 75.61, erkek öğrenciler için de 74.84 olarak belirlenmiştir. Bu anlamda ilköğretim grubunun fen dersine yönelik tutum puanlarının genel ortalaması 75.23'tür. Öte yandan üniversite grubunda öğrenim gören kız öğrencilerin toplam tutum puanlarının ortalaması kız öğrenciler için 65.69, erkek öğrenciler için 63.91 olup, bu grubun tutum puanlarının genel ortalamasının ise 64.8 olduğu görülmektedir. Bu anlamda yukarıdaki ilgili araştırma sorusuna istinaden ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin fen bilgisi dersine yönelik tutumlarının, üniversite 1., 2., 3., 4. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrencilere göre daha iyi olduğu açıktır.

Örnekleme oluşturan ilköğretim ve üniversite 1., 2., 3., 4. sınıf öğrencilerinin cinsiyetleri ile fen bilgisine yönelik tutumları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

Örneklemin tutum puanları açısından ele alındığı yukarıdaki kısımdan da anlaşılacağı gibi, hem ilköğretim grubunu oluşturan kız ve erkek öğrencilerinin ( $t_{265} = 0.275$ ;  $p > 0,05$ ), hem de üniversite grubunu oluşturan kız ve erkek öğrencilerin ( $t_{299} = 0.900$ ;  $p > 0,05$ ) fen bilgisi dersine yönelik tutumlarının cinsiyet ile değişiklik arz etmediği görülmektedir.

Alan yazında fen' e yönelik tutumların cinsiyet değişkeni ile olan ilişkisinin sorgulandığı araştırmalar incelendiğinde, bu araştırmada olduğu gibi fen' e yönelik tutumlar ile cinsiyet arasında anlamlı bir ilişkinin tespit edilemediği çalışmalara rastlandığı gibi [135-136], bu tutumun kız öğrenciler lehine [137-139] ya da erkek öğrenciler lehine [140-144] sonuçlanmış olduğu çalışmalar da bulunmaktadır.



## 5.2 Öneriler

Bu bölümde araştırmadan elde edilen bulgular ve bu bulgulara dayalı olarak ortaya konan sonuçların değerlendirilmesi neticesinde 5 alt başlık altında getirilen önerilere ve araştırma sürecinde araştırmacının karşılaştığı zorluk ve deneyimler yer verilmektedir.

### 5.2.1 Öğretim Uygulamalarına Yönelik Öneriler

Enerji kavramının öğretiminde oyun, hikaye ve drama tekniklerinin kullanılması öğretimi daha eğlenceli hale getirerek, öğrenmenin kalıcılığını arttırabilecek bir etki yapabilir.

Öğrencilerde öğretime geçilmeden önce enerji konusunda tespit edilen alternatif yapılar, konu ile ilgili yer yurtiçi ve yurtdışında yapılmış çalışmalar da dikkate alınarak ders yürütücüsü tarafından incelenmelidir.

Öğrenci sınıfta düşüncelerini rahatça ortaya koyabilmeli, bu fırsat onlara sağlanabilmelidir. Bu yol ile, fikirlerinin değerli olduğunun farkındalığına ulaşabilmelilerdir.

Enerji konularının öğretiminde öğreticilerin karşılaştıkları zorluklar, deneyimler ve alternatif çözüm önerilerinin vb. paylaşımının sağlanabilmesi amacı ile, ilköğretim için Milli Eğitim Bakanlığı tarafından, üniversiteler için ise Yüksek Öğrenim Kurumu' nun öncülüğünde internet üzerinde bir veri alanı oluşturulabilir. Bu bağlamda alan yazında tespit edilen kavram yanılgıları ve dünya'nın çeşitli ülkelerinde enerji konularının öğretiminde geliştirilen ve uygulanan yeni öğretim, yöntem ve teknikleri, kullanıcılara an ve an aktarılabilir.

Alan yazında incelenen bu çalışmalarda araştırmacılar tarafından getirilen öneriler dikkate alınmalıdır.

Bu araştırmada yapıldığı gibi enerji konularının öğretiminde laboratuvar ortamında kurulacak düzenekler, bilgisayar animasyonları ve görüşme kartları, materyal ve modeller ile dersler takviye edilmelidir.

Enerji konularının öğretiminden sonra yapılacak değerlendirmelerde ürün seçki dosyası (portfolyo), dereceleme puanlama anahtarı (rubric), tanılayıcı dallanmış ağaç, kelime ilişkilendirme ve yapılandırılmış grid alternatif ölçme ve değerlendirme teknikleri kullanılabilir (Enerji konusu ile ilgili olarak Ek- F 'de yapılmış yapılandırılmış grid tekniğı, Ek-G 'de de tanılayıcı dallanmış tekniğine göre yapılmış örnek çalışmalara yer verilmiştir)

Ülkemizde 90' lı yılların son dönemlerinde gündeme gelen ve bireyin bilgiyi anlamlandırması ve yapılandırması ilkelerine dayanan yapılandırmacı öğretim anlayışının beraberinde getirdiğı modeller enerji konuları içinde kullanılmalı ve bu doğrultuda günlük planlar hazırlanmalıdır. ( Sırası ile Ek H ve EK I 'de 7. ve 8. sınıfta yer alan Kuvvet ve hareket ünitesindeki, yayların sahip olduğı enerji ve ısı enerjisi-sürtünme arasındaki ilişkinin anlatıldığı konulara ilişkin 5E (Keşfetme, Açıklama, Derinleştirme, Değerlendirme, Teşvik etme) modeline göre yapılmış ders planı örnekleri verilmektedir.

### **5.2.2 Kavramsal Gelişime Yönelik Öneriler**

Öğrencilerin diğerkonularda olduğı gibi enerji konularında da sahip oldukları alternatif düşünceler, çocukluk döneminde kendini göstermeye başlamaktadır. Bu nedenle öğrencilerin enerji konusunda bilimsel doğrudan farklı sahip olduğı alternatif yapılar her öğrenim düzeyinde öğretime geçilmeden önce tespit edilmelidir.

Öğrencilerin sahip oldukları ön kavramlar, bilimsel kavramların kavranmasında öğrenme için alıştırma amacı gütmelidir.

### 5.2.3 Öğretim Programına Yönelik Öneriler

Enerji kavramlarının yer aldığı konuların hazırlanmasında okul öncesi, ilköğretim ve orta öğretim düzeyleri arasında tutarlılık göz ardı edilmemelidir.

Enerji, fizik, kimya ve biyoloji alanlarında geçen bir kavram ve konu olmasının yanında, öğretim programlarında bağımsız bir konu haline getirilmelidir.

İlköğretim Fen ve teknoloji programında bulunan enerji kavramlarının, fizik, kimya ve biyoloji ile ilgili ünitelerde ayrı-ayrı yer almasının yerine bir bütünlük içerisinde bağımsız bir ünite içinde yer almalıdır.

Enerji konuları ile ilgili yapılan keşiflerin; kim tarafından, hangi koşullarda, hangi keşiften önce veya sonra yapıldığının anlaşılmasının sağlanmasına ve enerji konularının tarihsel gelişim sürecinin ortaya konmasına fayda sağlayacak nitelikte bilim tarihi dersinin ilk aşamada seçmeli bir ders olarak öğretim programında yer almalıdır. Bu yolla hem bilimin gelişim süreci ile günümüz arasında bağlantılar kurulmasına hem de her öğrencinin kendini bir bilim adamı gibi hissetmesi cesaretini kendinde bulmasına yardımcı olunacaktır.

Ders kitaplarında yer alan enerji konularının öğretiminde bilgilerin yüklenmesi şeklinde değil, az bilgi öz bilgi mantığından hareketle temel kavramların çok iyi öğrenilmesine öncelik verilmelidir. Bu şekilde tasarlanacak öğretim programında ayrıca, enerji konusunun dersler arasında dikey ve yatay bağlantıları dikkate alınmalı ve sınıf düzeyleri arasında aşamalılık ilişkisi gözetilmelidir.

1982 yılında Milli Eğitim Bakanlığı program tasarılarının Bloom' un tam öğrenme modeline uygun hazırlanmasına ilişkin karar alması ile geliştirilen yeni program tasarılarının bu modele uygun olarak hazırlandığı görülmektedir [145]. Bu bağlamda disiplinler arası bir konu olan ve ilköğretimde bir ünite olarak yer almayan enerjinin, ünitelendirilmesi önerisine hizmet edecek bir “kavram analizi tablosu” EK-İ' de sunulmaktadır.

#### **5.2.4 Öğretmen Eğitime Yönelik Öneriler**

Enerji konusu gibi temel bilimler’ den bir kaçını içinde barındıran konular için, bu bilimler arasındaki bağlantıları kavratmaya yönelik seçmeli dersler konulabilir. Entegre öğretimin önemini kavratmak için üniversitede öğrenim gören öğretmen adaylarına öğretim programına konulacak dersler ile yapılacak bu müdahalenin yanı sıra halen görev yapmakta olan öğretmenlere de hizmet içi eğitim seminerleri ile bu aktarım sağlanmalıdır.

Öğretmen adaylarına bilim türlerinin ayrılmazlığı ve Bilim türlerinin birbirlerini desteklemesi gerektiği ilkesi aşılmalıdır.

Öğretmen adayları ve halen görev yapmakta olan öğretmenler, yeni içerik,bilgi ve gelişimlere (teknolojik, bilimsel vb.) açık olmalıdırlar.

#### **5.2.5 Bu konuda Çalışma Yapacak Olan Araştırmacılara Yönelik Öneriler**

Enerji konusunun öğrenciler tarafından kavramsal olarak anlamalarının ortaya konması için yapılan bu araştırma, ilköğretim ve fen bilgisi öğretmenliği bölümünde öğrenim gören öğrenciler ile sınırlıdır. Bu gibi çalışmalar farklı veri toplama araçları kullanılarak; okul öncesi düzeyi, ilköğretim 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7. sınıf düzeyi, orta öğretim düzeyi ve üniversite düzeyinde diğer bölümlerde öğrenim gören öğrenciler için de yapılabilir.

Bu araştırma ilköğretim ve üniversite öğrencilerinin ortak sorularla değerlendirilmesi esasına dayanan alan yazında “yaş’a bağlı (cross-age)” olarak yer alan çalışmalar arasına girmektedir. Alan yazında ayrıca “boylamsal (longitudinal)” çalışmalar olarak geçen belirli bir yaş grubunda yer alan öğrencilerin farklı sorularla dönemlik ya da yıllık uzun süreli bir periyotta değerlendirildiği çalışmalarda olduğu gibi enerji konuları da bu bağlamda ele alınarak çalışılabilir.

### **5.2.6 Araştırmacının Karşılaştığı Zorluk ve Deneyimler**

Enerji konusu fizik, kimya ve biyoloji alanında yer alan disiplinler arası bir konu olması nedeni ile araştırma süresince karşılan çok teknik bilgi gerektiren ya da sağlama (teyid) yapılmasının ihtiyaç hissedildiği durumlarda alan uzmanlarının görüşlerine başvurulmuştur.

İlköğretim okullarında yapılan, yarı-yapılandırılmış görüşmelerde kullanılan düzenekler, okulların malzeme yetersizliklerinden dolayı birkaç kez ertelenmiş olup, üniversiteden getirilen malzemelerle bu sorun aşılmıştır.

## 6. KAYNAKÇA

- [1] Yıldırım, A. ve Şimşek, H., Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri, 5. Baskı, Seçkin Yayıncılık, Ankara, (2005).
- [2] Özden, Y., Öğrenme ve Öğretme, Pegem A Yayıncılık, Ankara, (2003).
- [3] Özcan, H. ve Asker, E., “Yapılandırmacı Öğrenme Kuramına Dayalı Bilgisayar Destekli Fen ve Matematik Ders Etkinlikleri”, V. Uluslararası Eğitim Teknolojileri Konferansı, Sakarya, 21-23 Eylül, (2005).
- [4] Ülgen, G., Kavram Geliştirme, Kuramlar ve Uygulamalar, 4. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, (2004).
- [5] Saban, A., Öğrenme Öğretme Süreci, Yeni Teori ve Yaklaşımlar, Nobel Yayın Dağıtım, 3. Baskı, Ankara, (2004).
- [6] Terzi, B. A. Kimyasal Denge Konusunun Bilgisayar Destekli Öğretimi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Eğitimi Ana Bilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi Balıkesir, (2004).
- [7] Bacanlı, H., Gelişim ve Öğrenme, Nobel Yayın Dağıtım, 5. Baskı, Ankara, (2002).
- [8] (<http://www.usask.ca/education/coursework/802papers/mergel/brenda.htm>) Erişim Tarihi: 25.04.2006.
- [9] Perkins, D., (1999), The Constructivist Classroom, The Many Faces of Constructivism, Educational Leadership, 57(2), (1999).
- [10] Bıyıklı, C., Öztepe, B., Veznedaroğlu, R. L. ve Onur, A., “Yapılandırmacı Öğrenme Anlayışına Göre Bir Ders İşleme Modeli”, Eğitimde Çağdaş Yönelimler III, Yapılandırmacılık ve Eğitime Yansımaları Sempozyumu, Özel Tevfik Fikret Okulları, İzmir, Nisan, (2006).

- [11] Duffy, T. M. ve Jonassen, D. H., "Constructivism: New Implications for Instructional Tecnology", Lawrence Erlbaum Associates Publishers, Hillsdale, New Jersey, U.S.A, 1-16, (1992).
- [12] Glasersfeld, E. V., Radical Constructivism: A Way Of Knowing And Learning, The Falmer Press, London, U.K, (1996).
- [13] Glasersfeld, E. V., Why Constructivism Must Be Radical, Ed. By Larochele, M., Bednarz, N. ve Garrison, J., Constructivism And Education, Cambridge University Press, Cambridge, U.K, 23-29, (1998).
- [14] MEB Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı, Yeni İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi Taslak Programı, Ankara, (2005).
- [15] Önen, F., İlköğretimde Basınç Konusunda Öğrencilerin Sahip Olduğu Kavram Yanılgılarının Yapılandırmacı Yaklaşım ile Giderilmesi", Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, (2005).
- [16] Steffe, L. ve Gale, J., Constructivism in Education, Lawrence Erlbaum, Hillsdale, New Jersey, U.S.A, (1995).
- [17] Kılıç, G. B., Oluşturmacı Fen Öğretimi, Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 1, 9-22 ,(2001).
- [18] Açıköz, Ü. K., Aktif Öğrenme, Eğitim Dünyası Yayınları, İzmir, (2002).
- [19] Garrison, J.ve Toward, A., Pragmatic Social Constructivism, Ed. By Larochele, M., Bednarz, N. ve Garrison, J., Constructivism And Education, Cambridge University Press, Cambridge, U.K, 43-63, (1998).
- [20] Yurdakul, B., Yapılandırmacılık, Ed Özcan Demirel, Eğitimde Yeni Yönelimler, Pegem A Yayıncılık, Ankara, (2005).
- [21] Brooks, J. G. ve Brooks, M. J., In Search of Understanding: The Case For Constructivist Classrooms, Association for Supervision and Curriculum Development, New York, U.S.A, (1999).
- [22] Kara, Y. ve Özgün-Koca, S. A., "Buluş Yoluyla Öğrenme ve Anlamalı Öğrenme Yaklaşımlarının Matematik Derslerinde Uygulanması İki Terimin Toplamının Karesi Konusu Üzerine İki Ders Planı" *İlköğretim Online*, 3(1), (2004).

- [23] Passmore, G. G., The Effects Of Gowin's Vee Heuristic Diagraming And Concept Mapping On Meaningful Learning In The Radiation Science Classroom and Laboratory, Unpublished Phd Thesis, Missouri-Colombia University, U.S.A, (1996).
- [24] Atasoy, B., Fen Öğrenimi ve Öğretimi, Asil Yayıncılık, Ankara, (2004).
- [25] Lim, B., Conceptual Understanding, (<http://www.indiana.edu/~idtheory/methods/m6a.html>), Erişim tarihi: 10.09.2006.
- [26] Biggs, I. ve Watkins, D., The Nature Of Student Learning: A Conceptual Framework, Education, Faculty of Education, The University of Hong Kong, 3-31, (1993).
- [27] Chui, H. W., Fostering Conceptual Understanding In Ecology Through Student-Generated Questions And Explanations, Thesis (M.Ed.), University Of Hong Kong, Hong Kong, (1997).
- [28] Aydın, H. ve Uşak, M., "Fen Derslerinde Alternatif Kavramların Araştırılmasının Önemi: Kuramsal Bir Yaklaşım", *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), (2003).
- [29] Koray, Ö. ve Tatar, N., "İlköğretim Öğrencilerinin Kütle ve Ağırlık ile İlgili Kavram Yanılgıları ve Bu Yanılgıların 6., 7. ve 8. Sınıf Düzeylerine Göre Dağılımı", *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13 (1), (2003).
- [30] Senemoğlu, N., Gelişim, Öğrenme ve Öğretim, Özsen Matbaası. Ankara, (1997).
- [31] Ayas, A., Kuramdan Uygulamaya Fen ve Teknoloji Öğretimi, Ed: Çepni, S. Pegem A Yayıncılık, (2005).
- [32] Yağbasan, R. ve Gülçiçek, Ç., "Fen Öğretiminde Kavram Yanılgılarının Karakteristiklerinin Tanımlanması", *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1, (2003).
- [33] Bacanak, A., Küçük, M. ve Çepni, S., "İlköğretim Öğrencilerinin Fotosentez ve Solunum Konularındaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi: Trabzon Örneği", *Ondokuzmayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17 ,67-80, (2004).
- [34] Reinders, D. ve Treagust, D. F., "Conceptual Change: A Powerful Framework For Improving Science Teaching And Learning", *Int. J. Sci. Educ.* 25(6), (2003).



- [35] Novak, J. D., "Application of Advances in Learning Theory and Philosophy Of Science To The Improvement of Chemistry Teaching", *Journal of Chemical Education*, 61(7), 607-612, (1984).
- [36] Griffiths, A. K. ve Grant, B. A. C. "High School Students' Understanding Of Food Webs: Identification of Learning Hierarchy And Related Misconceptions", *Journal Of Research In Science Teaching*, 22(5), (1985).
- [37] Caramazza, A., McCloskey, M. ve Green, B., Naive Beliefs in Sophisticated Subjects: Misconceptions About Trajectories of Objects, *Cognition*, 9, 117-123, (1981).
- [38] Hashweh, M., "Descriptive Studies of Students' Conceptions in Science", *Journal of Research in Science Teaching*, 25, 2, (1988).
- [39] Fisher, K. M. ve Lipson, J. I., "Twenty Questions About Student Errors". *Journal of Research In Science Teaching*, 23, 783-803, (1986).
- [40] Driver, R. ve Erickson, G., Theories-In-Action: Some Theoretical And Empirical Issues In The Study of Students' Conceptual Frameworks in Science. *Studies In Science Education*, 10, 37-60, (1983).
- [41] Gilbert, J.K., Osborne, J. ve Fensham, P.J. Children's Science And its Consequences For Teaching, *Science Education*, 66 (4), 623-633, (1982).
- [42] Champagne, A.B., Gunstone, R.F., ve Klopfer, L.E. Effecting Changes In Cognitive Structures Among Physics Students. In L.H.T. West And A.L. Pines (Eds.). *Cognitive Structure And Conceptual Change*. Orlando FL: Academic Pres, (1985).
- [43] Gilbert, J. ve Swift, D., "Towards A Lakatosian Analysis Of The Piagetian And Alternative Conceptions Research Programs", *Science Education*, 69, 681-696, (1985).
- [44] Champagne, A.B., Gunstone, R.F., ve Klopfer, L.E., Consequences Of Knowledge About Physical Phenomena. In L.H.T. West & A.L. Pines (Eds.), *Cognitive Structure And Conceptual Change*, New York: Academic Press, 29-50, (1985).
- [45] Preece, P. F., "Intuitive Science: Learned or Triggered?" *European Journal of Science Education*, 6, 7-10, (1984).
- [46] Osborne, R. ve Witrock, M., "Learning Science: A Generative Process", *Science Education*, 67, 489-508, (1983).
- [47] McClelland, J. A. G., *European Journal Of Science Education*, 6, 1-6, (1984).

- [48] Viennot, L., “Spontaneous Reasoning In Elementary Dynamics”, *European Journal Of Science Educatyon*, 1, 205-221, (1979).
- [49] Meyer, W. B., “Venacular American Theories of Eastli Science”, *Journal of Geologic Education*, 35, 1993-196, (1987).
- [50] .Koray, Ö. C. ve Bal, Ş. “Fen Öğretiminde Kavram Yanılgıları ve Kavramsal Değişim Stratejisi”, *Kastamonu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(1), (2002).
- [51] Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. ve Gertzog, W. A. “Accommodation Of A Scientific Conception: Toward A Theory Of Conceptual Change”, *Science Education*, 66, 211–227, (1982).
- [52] Aydın, G. İlköğretim 7. ve 8. Sınıflardaki Fen Üniteleri İçinde Yer Alan “Enerji” Kavramının Fen Öğretim Sürecinde Kullanımına Yönelik Etkinliklerin Geliştirilmesi ve Giderilmesine, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, (2005).
- [53] Dumanoğlu, F. Ortaöğretimde Enerji Kavramının Öğretimi ve Enerji Eğitimi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (1997).
- [54] Amano, I., “The Bright And Dark Sides Of Japanese Education”, *Physics Education*, 119-128, (1992).
- [55] Watts, D.M. “Some Alternative Views Of Energy”, *Physics Education*, 21, 154-156, (1983).
- [56] Lijnse, P. “Energy Between The Life-World Of Pupils And The World of Physics”, *Science Education*, 74(5), 571-583, (1990).
- [57] Maskill, R ve Pedrosa, H. Pupils’ Questions, Alternetive Frameworks And The Design Of Science Teaching. *International Journal Of Science Education*. 29(7), 781-799, (1997).
- [58] Liu, X. ve Tang, L. “The Progression of Students’ Conceptions Of Energy: A Cross-Grade,Cross-Cultural Study”, *Canadian Journal of Science, Mathematics & Technology Education*, 4(1), 43-57, (2004).
- [59] Akpınar, E., Buluş Stratejisiyle Enerji İlişkili Fen Öğretimi: Canlılar İçin Madde ve Enerji Ünitesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, (2004).

- [60] Gürdal, A., Şahin, F. ve Bayram, H. “İlköğretim Öğretmen Adaylarının Enerji Konusunda Bütünlüğü Sağlama ve İlişki Kurma Düzeyleri Üzerine Bir Araştırma”, *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10, 382-395, (1999).
- [61] Lin, C.Y. & Hu, R. “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, (2003).
- [62] Vargo, L. A. Teaching Energy To High School General Biology Students, Thesis, College Of Natural Science, Michigan State University, U.S.A, (1997).
- [63] Anderson, C.W., Sheldon, T.H. ve Dubay, J. "The Effects Of Instruction On College Nonmajors' Conceptions Of Respiration And Photosynthesis", *Journal of Research In Science Teaching*, 27(8), 761-776, (1990).
- [64] Diakidoy, N. I. A. ve Iordanou, D. “Preservice Teachers’ And Teachers’ Conceptions Of Energy Their Ability To Predict Pupils’ Level of Understanding”, *European Journal of Psychology of Education*. 18(4), 357-368, (2003).
- [65] Kruger, C. “Some Primary Teachers’ideas About Energy”, *Physics Education*, (25), 86-91, (1990).
- [66] Duit, R. “Learning The Energy Concept İn School – Emprical Results From The Philippines and West Germany”, *Physics Education*, (19), 59-66, (1984).
- [67] Chittleborough, G., Hawkins, C. & Treagust, D. Brainstorming To Concept Maps: Developing Ontological Categories For Energy. International Education Research Conference, Fremantle, Australia, 2-6 December (2001).
- [68] Bahar, M., Öztürk, E. ve Ateş, S. Yapılandırılmış Grid Metodu ile Lise Öğrencilerinin Newton’ Un Hareket Yasası, İş, Güç ve Enerji Konusundaki Anlama Düzeyleri ve Hatalı Kavramlarının Tespiti. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül, (2002).
- [69] Diakidoy, I. N., Kendeou, P. ve Ioannides, C. “Reading About Energy: The Effects Of Text Structure In Science Learning and Conceptual Change”, *Contemporary Educational Psychology*, 28, 335-356, (2003).
- [70] Trumper, R., Raviolo, A. ve Shnersch, A. M. “A Cross-Cultural Survey Of Conceptions Of Energy Among Elementary School Teachers İn Training – Emprical Results From Israel and Argentina”, *Teaching and Teacher Education*, 16, 697-714, (2000).

- [71] Stylianidou, F., Ormerod, F. ve Ogborn, J. "Analysis Of Science Textbook Pictures About Energy And Pupils' Readings of Them", *International Journal of Science Education*. 24(3), 257-283, (2002).
- [72] Ioannidis, G. ve Spiliotopoulou, V. (1999) Children's drawings and stories about energy. Paper presented as a Poster at the 2. International Conference of the European Science Education Research Association ESERA, 31 August-4 September 1999, Kiel, Germany, (1999).
- [73] Küçük, M., Çepni, S. ve Gökdere, M. "Turkish Primary School Students' Alternative Conception About Work, Power And Energy", *Journal Physics Teacher Education Online*, 3(2), 22-28, (2005).
- [74] Gülçiçek, Ç. ve Yağbasan, R., "Basit Sarkaç Sisteminde Mekanik Enerjinin Korunumu Konusunda Öğrencilerin Kavram Yanılgıları", *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3), 23-38, (2004).
- [75] Trumper, T. (1997). "Applying Conceptual Conflict Strategies In The Learning Of The Energy Concept", *Research in Science and Tecnological Education*, Vol. 15(1), 5-18, May, (1997).
- [76] Boyes, E. ve Stanisstreet, M. "Misconceptions in First-Year Undergraduate Science Students About Energy Sources For Living Organism", *Journal Of Biological Education*, 25(3), 20-213, Fall, (1991).
- [77] Gülçiçek, Ç. Lise 2. Sınıf Öğrencilerinin Mekanik Enerjinin Korunumu Konusundaki Kavram Yanılgıları. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, (2002).
- [78] Brook, A., Briggs, H. ve Driver, R. Aspects Of Secondary Students' Understanding Of The Particulate Nature Of Matter Children' S Learning In Science Project Leeds: University Of Leeds, (1984).
- [79] Finegold, M. ve Trumper, R. "Categorizing Pupils' Explanatory Frameworks in Energy As A Means to The Development of A Teaching Approach", *Research in Science Education*, 19, 97-100, (1989).
- [80] Ross, K., "There is No Energy in Food and Fuels-But They Do Have Fuel Value", *School Science Review* 75 (221), 39-47, (1993).
- [81] Tekkaya, C. ve Balcı, S. "Öğrencilerin Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Konularındaki Kavram Yanılgılarının Saptanması", *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fak. Dergisi*. 24, 101-107, (2003).

- [82] Özay, E & Öztaş, H. “Secondary Students’ Interpretations Of Photosynthesis And Plant Nutrition”, *Journal of Biology Education*. 37(2), 68-70, (2003).
- [83] Özmen, H., Demircioğlu, G., Ayas, A., Bazı Kimya Kavramlarıyla İlgili Öğrenci Yanılgıları: Bir Literatür Araştırması, Yeni Binyılın Başında Türkiye’ De Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, T.C. Maltepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Bildiriler Kitabı, S. 414-420, 7-8 Eylül, İstanbul, (2001).
- [84] Barker, V. A Longitudinal Study Of 16-18 Year Olds’ Understanding Of Basic Chemical Ideas Unpublished D.Phil. Thesis, Department Of Educational Studies, University Of York, (1995).
- [85] Kocakulah, S., Üstünlüoğlu, E. ve Kocakulah, A. The Effect Of Teaching İn Native And Foreign Language On Students’ Conceptual Understanding in Science Courses, Asia-Pacific Forum On Science Learning And Teaching, 6(2), Dec.,(2005).
- [86] Carr, M. ve Kirkwood, V. “Teaching and Learning About Energy İn New Zealand Secondary School Junior Science Classrooms”, *Physics Education*, 23, 86-91, (1988).
- [87] Jennison, B. M. ve Reiss, M. J. “Does Any Know What Energy Is?” *Journal of Biology Education*. 25(3), 173-177, (1991).
- [88] Goldring, H. & Osborne, J. “Students’ Difficulties With Energy End Related Concepts”, *Physics Education*, 29, 26-31, (1994).
- [89] Kruger, C., Palacio, D. ve Summers, M. “Surveys of English Primary Teachers’ Conceptions of Force, Energy And Materials”, *Science Teacher Education*, 76 (4), 339-351, (1992).
- [90] Kaper, W. H ve Goedhart, M. J. “Forms Of Energy”, An İntermediary Language On The Road To Thermodynamics? Part I. *International Journal Of Science Education*. 24(1), 81-95, (2002).
- [91] Ureybu, A. O. “Teaching Concepts Of Energy To Nigerian Children İn The 7-11 Year-Old Age Range”, *Journal Of Research İn Science Teaching*. 21(3), 255-267, (1984).
- [92] Kurt, Ş. ve Akdeniz, A. R. Fizik Öğretiminde Enerji Konusunda Uygulanması. 5. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül, Ankara, (2002).

- [93] Sılay, İ., “Ortaöğretim Fizik Dersi Enerji Ünitesi Öğretim Programı Geliştirme Üzerine Bir Çalışma”, 5. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül, Ankara, (2002).
- [94] Kirkwood, V. ve Carr, M. A., “Valuable Teaching Approach: Some Insights From Lısp ( Energy)”, *Physics Education*, 24, 332-334, (1989).
- [95] Liu, X., ve Tang, L. “The Progression of Students’ Conceptions Of Energy: Across-Grade, Cross-Culturek Study”, *Canadian Journal Of Science, Mathematics & Technology*, 4(1), January, (2004).
- [96] Summers, M., Kruger, C., Mant, J. ve Childs, A. “Developing Primary Teachers’ Understanding Of Energy Efficiency”, *Educational Research*, 40(3), 311-328, (1998).
- [97] Zain, A. N. M. ve Sulaiman, F. “Physics Students’ Conceptions Of Energy And Tecnological Development in Energy”, *Renewable Energy*, 14, 415-419, (1998).
- [98] Karasar, N., Bilimsel Araştırma Yöntemi, Ankara: Nobel Yayıncılık, (2004).
- [99] Abraham, M .R., Williamson, V. M. ve Westbrook, S. L A “Cross-Age Study Of Theunderstanding Of Five Concepts”, *Journal Of Research İn Science Teaching*, 31 (2), 147-165, (1994).
- [100] MEB İlköğretim Fen Bilgisi-6 Ders Kitabı, Basım Matbaacılık A. Ş., Ankara, (2002)
- [101] MEB İlköğretim Fen Bilgisi-7 Ders Kitabı, Basım Matbaacılık A. Ş., Ankara, (2002)
- [102] MEB İlköğretim Fen Bilgisi-8 Ders Kitabı, Basım Matbaacılık A. Ş., Ankara, (2002)
- [103] MEB Tebliğler Dergisi, 2518 sayı, Kasım, (2000).
- [104] Cakmakçı, G., Donnelly, J. ve Leach, J. A Cross-Sectional Study Of The Understanding Of The Relationships Between Concentration And Reaction Rate Among Turkish Secondary And Undergraduate Students, European Science Education Research Association (Esera) Conference, Noordwijkerhout, The Netherlands, 19-23 August, (2003).
- [105] Shadmi, Y., An Outline of A Mechanics Course Based on The Israeli Junior High School Physics Curriculum, Science teaching in Israel-Origins, (1984).

- [106] Swackhamer, G. And Hestenes, D., "An Energy Concept Inventory", Unpublished). The ECI And BECI Are Online (Password Protected) At <[Http://Modeling.Asu.Edu/Mns/Mns.Html](http://Modeling.Asu.Edu/Mns/Mns.Html)> (2005).
- [107] Kağıtçıbaşı, C. Yeni İnsan ve İnsanlar Sosyal Psikolojiye Giriş. Evrim Yayınevi, 10. Baskı, Sosyal Psikoloji Dizisi:1, İstanbul, (1999).
- [108] Doğan, M., "Aday Öğretmelerin Matematik Hakkındaki Düşünceleri: Türk ve İngiliz Öğrencilerin Karşılaştırılması", *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Elektronik Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(11), (2004). [Http://Efdergi.Yyu.Edu.Tr](http://Efdergi.Yyu.Edu.Tr)
- [109] Anderson, L.W. "Attitudes And Their Measurement.Educational Research, Methodology And Measurement, An International Hanbook", Ed. John, P. Keves, New York: Pergamon Press, 421-426, (1988).
- [110] Kocakulah, S., Kocakulah, A. Öğrencilerin Yapılandırmacı Öğrenme Kuramına Dayalı Olarak İşlenen Fizik Dersine Yönelik Tutumları, 6. Uluslar Arası Eğitim Teknolojileri Konferansı, 19-21 Nisan 2006, Doğu Akdeniz Üniveristesi, Gazimogosa, (2006).
- [111] Kerlinger, F., Foundations of Behavioral Research. New York: (1986)
- [112] Baykul, Y. Eğitimde ve Psikolojide Ölçme: Klasik Test Teorisi ve Uygulaması, ÖSYM Yayınları, (2000).
- [113] Kabapınar, F. M. ve Adık, B. "Ortaöğretim 11. Sınıf Öğrencilerinin Fiziksel Değişim ve Kimyasal Bağ İlişisini Anlama Seviyesi", *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, Yıl: 2005, Cilt: 38(1), 123-147, (2005).
- [114] Büyüköztürk, Ş. Veri Analizi El Kitabı (4. Baskı) Ankara: Pagem A Yayıncılık, (2004).
- [115] Özçelik, D. A., Eğitim Programları ve Öğretim ( Genel Öğretim Yönetimi), Gaye Filmcilik, Matbaacılık A.Ş., Ösym Yayınları, Ankara, (1992).
- [116] Şencan, H. Sosyal ve Davranışsal Ölçümlerde Güvenirlik ve Geçerlilik, Seçkin Yayıncılık, Ankara, (2005).
- [117] Kabapınar, F. "Kavram Yanılgılarının Ölçülmesinde Kullanılabilecek Bir Ölçeğin Bilgi-Kavrama Düzeyini Ölçmeyi Amaçlayan Ölçekten Farklılıkları", *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 35, 398-417, (2003).

- [118] Griffiths, A.K., ve Preston, K.R., “Models of molecules *and atoms*”, *Paper presented at National Association for Research in Science Teaching*, (1989).
- [119] Ben-Zvi, R., Eylon, B. ve Silbestein, J., “Is an atom of copper malleable?”, *Journal of Chemical Education* 63(1), 64-66,(1986)
- [120] Brook, A., B., ve Driver, R., Aspects of secondary students understanding of the particulate nature of matter. Leeds: University of Ledds, (1984).
- [121] Novick, S. ve Nusbaum, J., “Pupils’ Understanding of The Partuculate Nature Of Matter”, *Science Education*, 65 (2), 187-196, .(1981).
- [122] Shepherd, D.I. ve Renner, I.W., Students" understanding of the states of matter and density changes. *School Science and Mathematics*, 82, 650–665, (1982).
- [123] Kruger, C., ve Summers, M., “An Investigation Of Some Primary Teachers' Understanding Of Changes in Materials”. *School Science Review*, 71(255), 17-27, (1989).
- [124] Lee, O., Eichinger, D.C., Anderson, C.W., Berkhemer, G.D ve Blakeslee, T:D., “Changing Middle School Students’ Conceptions Of Matter and Molecules”. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (3), 249-270, (1993).
- [125] Stavy, R., “Children’s Ideas About Matter”. *School Science and Mathematics*, 91 (6), 240-144, (1991).
- [126] Osborne.J. ve Cosgrove, M. M., “Children’s Conseptions Of The Changes Of State Of Water”, *Journal of Research in Science Teaching*, 20 (9), 825-838, (1983).
- [127] De Vos, W. ve Verdonk, A., “A New Road To Reactions Part 3. Teaching The Heat Effect Of Reactions”, *Journal of Research in Chemical Education*, 63, 972–974, (1986).
- [128] Hong Kwen Boo, H. ve K., “Students’ Understandings of Chemical Bonds and the Energetics of Chemical Reactions”, *Journal Of Research in Science Teaching*, 35(5), 569-581, (1998).
- [129] Berthelsen, B. (1999). “Students Naïve Conceptions in Life Science”, *MSTA Journal*, 44(1), 13-19, (1999).
- [130] Sleepdex, Misconception about Sleep,  
<<http://www.sleepdex.org/misconception.htm>>, Erişim tarihi: 20.12.2006



- [131] Adeniyi, B. O., “Misconceptions Of Selected Ecological concepts Held By Some Nigerian Students”, *Journal of Biological Education*, 19(4), 311-316, (1985).
- [132] Stevetrash, Energy Pyramid,  
<<http://www.stevetrash.com/booking/lessons/pyramid.htm>>, Erişim tarihi:  
[20.12.2006](http://www.stevetrash.com/booking/lessons/pyramid.htm)
- [133] Marek, E., They misunderstand but they'll pass. *The Science Teacher*, 53(9), 32-35, (1986).
- [134] Munson, B. H., Ecological misconceptions. *Journal of Environmental Education*, 24(4), 30-34, (1994).
- [135] Neathery, M.R., Elementary and secondary students' perceptions toward science: Correlations with gender, ethnicity, ability, grade, and science achievement. *Electronic Journal of Science Education*, 2(1), (1997).
- [136] Yenice, N., “Bilgisayar Destekli Fen Bilgisi Öğretiminin Öğrencilerin Fen ve Bilgisayar Tutumlarına Etkisi”, *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(4), (2003).
- [137] Yaman, S., ve Feda Öner, “İlköğretim Öğrencilerinin Fen Bilgisi Dersine Bakış Açılarını Belirlemeye Yönelik Bir Araştırma”, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 4(1), 336-346, (2006)
- [138] Bilgin, İ. ve Karaduman, A., “İşbirlikli Öğrenmenin 8. Sınıf Öğrencilerinin Fen Dersine Karşı Tutumlarına Etkisinin İncelenmesi”, *İlköğretim-Online*, 4(2), 32-45, (2005).
- [139] George, R., “Measuring Change In Students' Attitudes Toward Science Over Time: An Application Of Latent Variable Growth Modeling”, *Journal of Science Education and Technology*, 9(3), 213-225, (2000).
- [140] Bayraktar, Ş., Türkiye' de Ortaöğretim Düzeyinde Fen Bilimleri Öğrenci Başarısındaki Cinsiyete Dayalı Farklılıklar,  
[http://www.yok.gov.tr/egitim/ogretmen/tez\\_ozetleri/context.html](http://www.yok.gov.tr/egitim/ogretmen/tez_ozetleri/context.html), Son Erişim Tarihi: 14.12.2006
- [141] Catsambis, S., “Gender, Race, Ethnicity And Science Education In The Middle Grades”, *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 243-257, (1995).
- [142] Simpson, R. D. ve Oliver, J. S., “A Summary Of Major Influences On Attitude Toward And Achievement in Science Among Adolescent Students”, *Science Education*, 74, 1-18, (1996).

- [143] Weinburgh, M., “Gender Differences in Student Attitudes Toward Science: A Meta-Analysis Of The Literature From 1970 To 1991”, *Journal of Research in Science Teaching*, 32(4), 387-398, (1995).
- [144] Altınok, H., “Öğretmenlerinin Fen Öğretimine Tutumlarına İlişkin Öğrenci Algıları ve Öğrencilerin Fen Bilgisi Dersine Yönelik Tutumları ve Güdüleri”, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26, 1-8, (2004).
- [145] Güner, H., Battal, N., Odabaş, N., Çoker, N., Eğitimde Program Geliştirme Alanında Türkiye’de Yapılmış Araştırmalar ile Yurt Dışında Yapılmış Araştırmalardan Seçilmiş Örnekler, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Bölümü, Ankara, (1985).

## 7. EKLER

### EK A İlköğretim Öğrencileri İçin Geliştirilen Kavramsal Anlama Testi

Ad - Soyad :

Sınıf/ Okul :

*Enerji kavramı günlük hayatımızda önemli bir yer tutmaktadır. Bu ölçme aracı ile, sizin enerji kavramı hakkındaki düşünceleriniz öğrenilmek istenmektedir. Sorulara mümkün olduğunca açık ve anlaşılır yanıtlar vermeniz araştırmanın amacına ulaşması açısından yararlı olacaktır.*

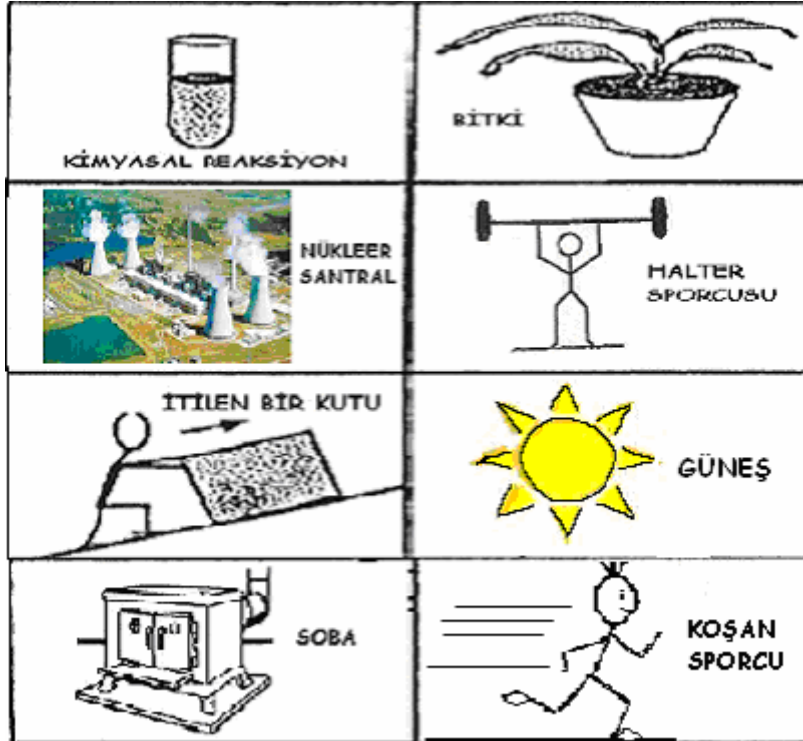
**1-a) Bir kelime duyduğunuzda ya da okuduğunuzda bu kelimeyi genellikle onu anımsatan diğer kelimelerle ilişkilendirip, sık sık bağlantı kurarsınız. Aşağıdaki boşluklara, enerji kavramını duyduğunuzda aklınıza gelen, ilk üç kelimeyi yazınız.**

I .....  
II .....  
III.....

**1-b) Aşağıya, yukarıda yazdığınız her bir kelimeyi kullanarak, içinde "enerji" kelimesi geçen birer tane cümle yazınız. ( Her cümlede bu kelimelerden sadece bir tanesini kullanınız)**

I .....  
II .....  
III.....

**2) Aşağıda 8 durumla ilgili resimler bulunmaktadır. Her bir resmin "enerji" kavramıyla ilgili bir durum içerip içermediğini düşünerek, bunlardan "enerji" kavramının geçtiği ve en iyi açıklayabileceğiniz 3 resim seçiniz.**

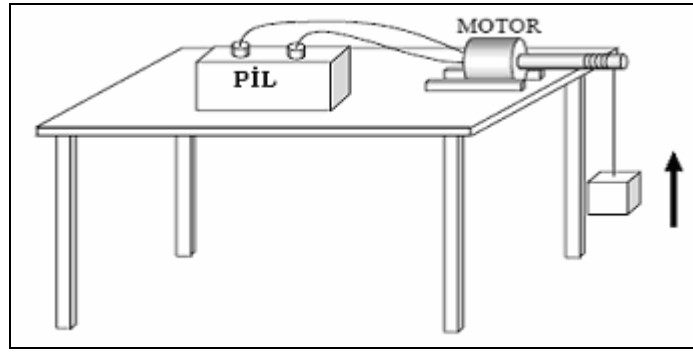


Seçtiğim birinci Resim; .....

Seçtiğim İkinci resim;.....

Seçtiğim Üçüncü resim;.....

3)



Şekilde verilen sistemdeki enerji dönüşümlerini sırayla yazınız. Yazdığınız bu dönüşümlerin sebeplerini aşağıda boşluk bırakılan bölüme ayrıntıları ile açıklayınız .

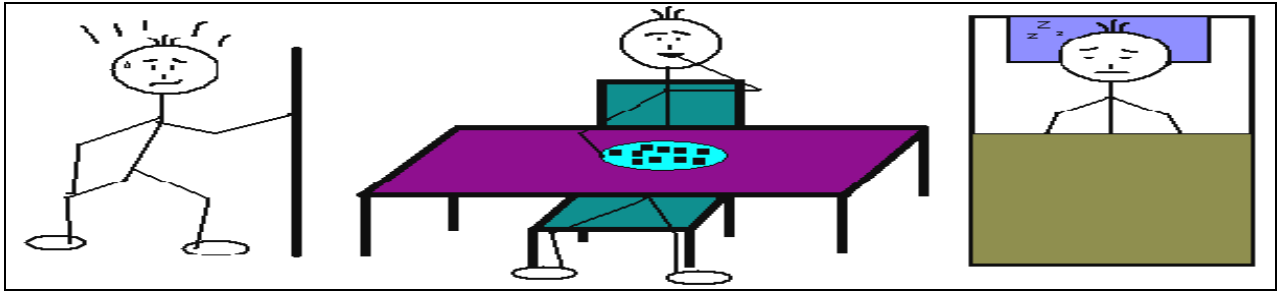
.....

.....

.....

.....

4) Gün boyunca, top ardında koşturan Ali acıktı ve yoruldu. Eve geldi, yemek yedi sonra uyudu.



Yukarıda Ali' nin yaptığı altı çizili eylemler sırasıyla şekil halinde verilmiştir. Bu eylemleri "enerji" kavramı ile ilişkilendirerek, boş bırakılan bölüme sırasıyla ayrıntılı olarak açıklayınız.

Ali' nin yorulmasının nedeni; .....

.....

.....

Ali' nin yemek yemesinin nedeni; .....

.....

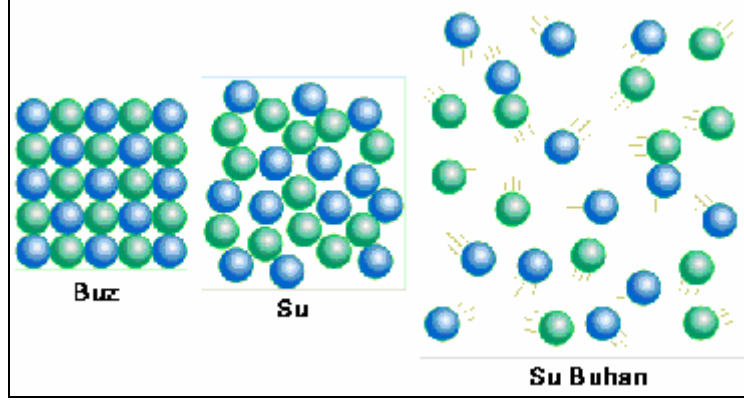
.....

Ali' nin uyumasının nedeni; .....

.....

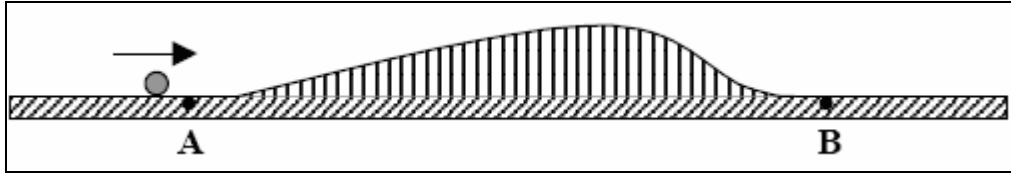
.....

5) Madde ister katı, ister sıvı, ister gaz halinde olsun gözle göremediğimiz kadar küçük taneciklerden oluşmaktadır. Maddenin katı, sıvı ve gaz ( Örneğin buz, su, su buharı ) halindeki taneciklerinin enerjileri aşağıda verilen kutucuklardan hangisinde doğru olarak verilmiştir? İlgili kutucuğu işaretleyiniz ve seçiminizin nedenini boş bırakılan bölüme ayrıntıları ile açıklayınız.



- Su Buharı > Buz > Su      İşaretlediğim seçeneği seçtim, Çünkü;.....
- Buz > Su > Su Buharı      .....
- Su Buharı > Su > Buz      .....
- Su = Su Buharı = Buz      .....
- Yukarıdakilerin dışında      .....

6- a) Çelik bir top sürtünmesiz bir düzlemde A noktasından belli bir enerjiyle geçtikten sonra şekildeki yolu takip edip B noktasından geçiyor. Aşağıdaki durumlardan hangisi doğrudur. İlgili kutucuğu işaretleyiniz.



- Topun B noktasındaki enerjisi A noktasına göre çok azdır.
- İki noktada da topun enerjisi aynıdır.
- Topun B noktasındaki enerjisi A noktasına göre büyüktür.
- Topun B noktasındaki enerjisi A noktasına göre en büyüktür.
- Sorunun cevabı hakkındaki düşüncelerim yukarıdakilerden farklıdır.

İşaretlediğim seçeneği seçtim,

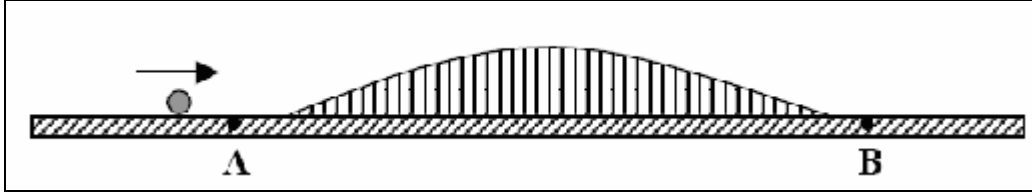
Çünkü;.....

.....

.....

.....

6- b) Çelik bir top sürtünmesiz bir düzlemde A noktasından belli bir enerjiyle geçtikten sonra şekildeki yolu takip edip B noktasından geçiyor. Aşağıdaki durumlardan hangisi doğrudur. İlgili kutucuğu işaretleyiniz.

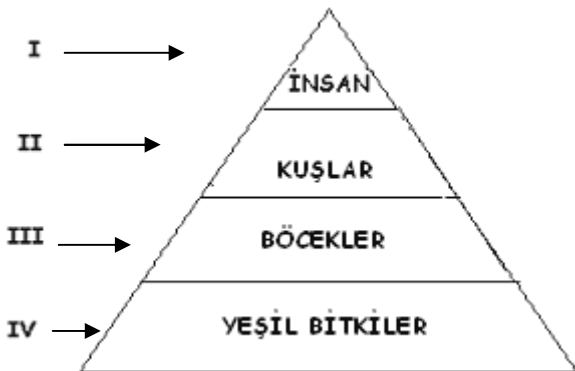


- Topun B noktasındaki enerjisi A noktasına göre çok azdır.  
 İki noktada da topun enerjisi aynıdır.  
 Topun B noktasındaki enerjisi A noktasına göre büyüktür.  
 Topun B noktasındaki enerjisi A noktasına göre en büyüktür.  
 Sorunun cevabı hakkındaki düşüncelerim yukarıdakilerden farklıdır.

İşaretlediğim seçeneği seçtim,

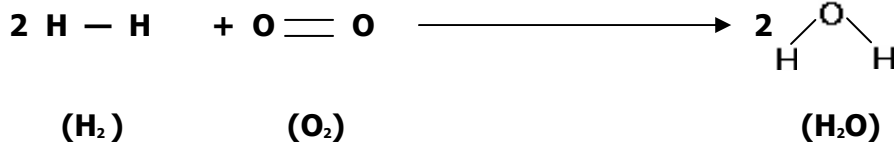
Çünkü;.....  
 .....  
 .....  
 .....

7) Aşağıda bir ekosisteme ait besin/enerji piramidi verilmiştir. Verilen bu besin/enerji piramidinde farklı basamaklarda yer alan canlılardaki toplam enerji miktarlarını, büyüklüklerine göre karşılaştırıp, boş bırakılan kutucuğa yazınız. Yaptığınız karşılaştırmanın nedenini boş bırakılan bölüme ayrıntıları ile açıklayınız.



Çünkü; .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

8) Kimyasal bağ, bir maddeyi oluşturan atomları bir arada tutan kuvvet olarak tanımlanır. Aynı zamanda kimyasal tepkimeler maddelerin etkileşimleri sonucunda oluşur. Her gün iğtiğimiz su, yanıcı hidrojen gazıyla yakıcı oksijen gazından oluşmaktadır. Bu olay aşağıda kimyasal eşitlik halinde verilmiştir.



Yukarıdaki tepkime eşitliğine göre, aşağıdaki kimyasal bağlar ile ilgili verilen durumları uygun kutucuğu işaretleyerek tamamlayınız.

a) Su oluşumu sırasında,  $\text{H}_2$  molekülündeki ( H — H ) bağ

Kopar .  
 Oluşur .

Bu esnada ,  enerji gerekir.  
 enerji ağığa ıkar,

b) Suyun oluşumda, (  $\text{H}_2\text{O}$  ) molekülündeki ( H — O ve O — H ) bağlar

Kopar .  
 Oluşur .

Bu esnada ,  enerji gerekir.  
 enerji ağığa ıkar,

**YARDIMLARINIZ İÇİN ÇOK TEŞEKKÜR EDERİM.**

**Arş. Gör. Hasan ÖZCAN**

## EK B Üniversite Öğrencileri İçin Geliştirilen Kavramsal Anlama Testi

Ad - Soyad :

Sınıf/ Okul :

*Enerji kavramı günlük hayatımızda önemli bir yer tutmaktadır. Bu ölçme aracı ile, sizin enerji kavramı hakkındaki düşünceleriniz öğrenilmek istenmektedir. Sorulara mümkün olduğunca açık ve anlaşılır yanıtlar vermeniz araştırmanın amacına ulaşması açısından yararlı olacaktır.*

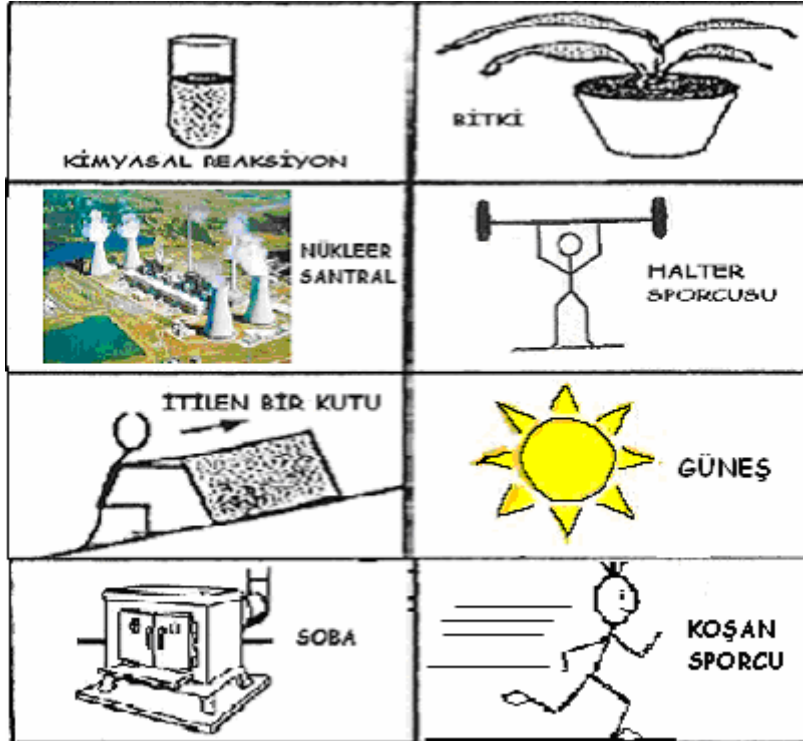
**1-a) Bir kelime duyduğunuzda ya da okuduğunuzda bu kelimeyi genellikle onu anımsatan diğer kelimelerle ilişkilendirip, sık sık bağlantı kurarsınız. Aşağıdaki boşluklara, enerji kavramını duyduğunuzda aklınıza gelen, ilk üç kelimeyi yazınız.**

I .....  
II .....  
III.....

**1-b) Aşağıya, yukarıda yazdığınız her bir kelimeyi kullanarak, içinde "enerji" kelimesi geçen birer tane cümle yazınız. ( Her cümlede bu kelimelerden sadece bir tanesini kullanınız)**

I .....  
II .....  
III.....

**2) Aşağıda 8 durumla ilgili resimler bulunmaktadır. Her bir resmin "enerji" kavramıyla ilgili bir durum içerip içermediğini düşünerek, bunlardan "enerji" kavramının geçtiği ve en iyi açıklayabileceğiniz 3 resim seçiniz.**



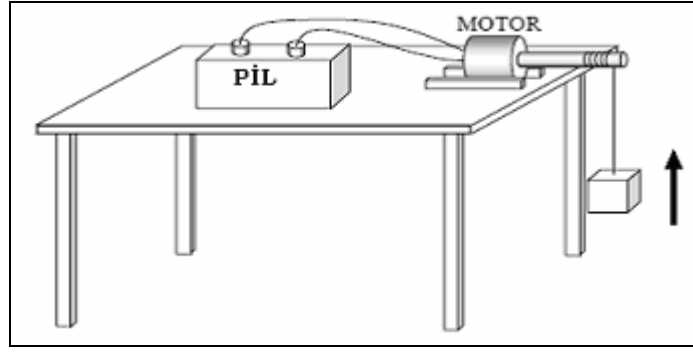
Seçtiğim birinci Resim; .....

Seçtiğim İkinci resim;.....

Seçtiğim Üçüncü resim;.....



3)



Şekilde verilen sistemdeki enerji dönüşümlerini sırayla yazınız. Yazdığınız bu dönüşümlerin sebeplerini aşağıda boşluk bırakılan bölüme ayrıntıları ile açıklayınız .

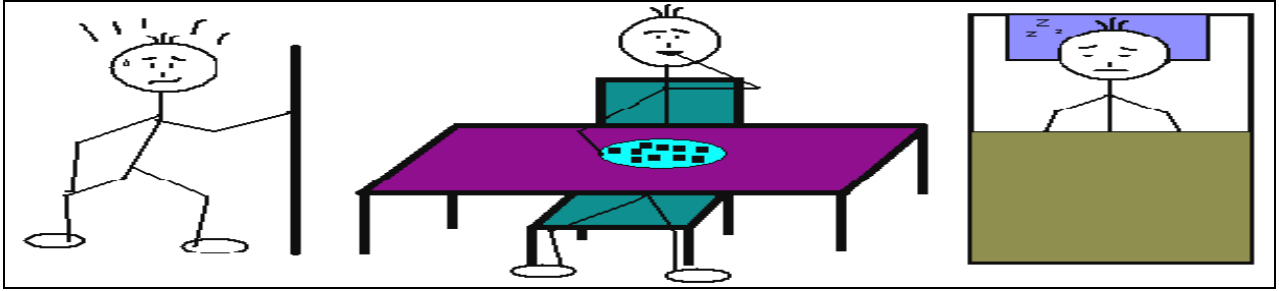
.....

.....

.....

.....

4) Gün boyunca, top ardında koşturan Ali acıktı ve yoruldu. Eve geldi, yemek yedi sonra uyudu.



Yukarıda Ali' nin yaptığı altı çizili eylemler sırasıyla şekil halinde verilmiştir. Bu eylemleri "enerji" kavramı ile ilişkilendirerek, boş bırakılan bölüme sırasıyla ayrıntılı olarak açıklayınız.

Ali' nin yorulmasının nedeni; .....

.....

.....

Ali' nin yemek yemesinin nedeni; .....

.....

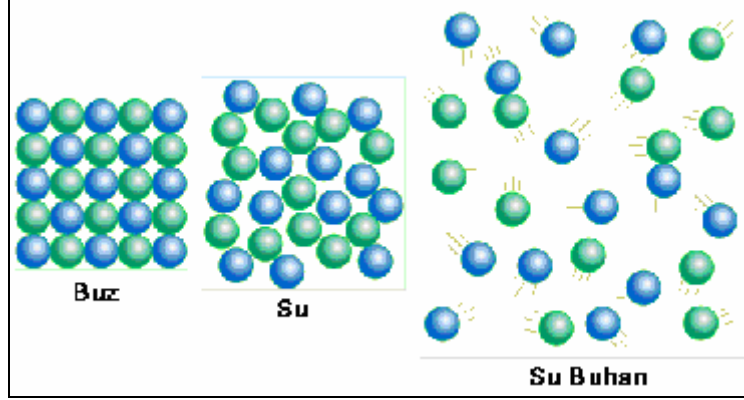
.....

Ali' nin uyumasının nedeni; .....

.....

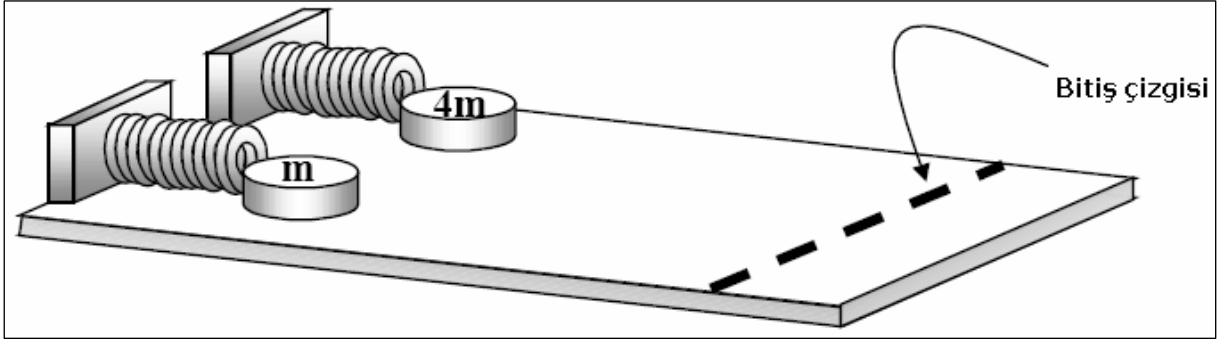
.....

5) Madde ister katı, ister sıvı, ister gaz halinde olsun gözle göremediğimiz kadar küçük taneciklerden oluşmaktadır. Maddenin katı, sıvı ve gaz ( Örneğin buz, su, su buharı ) halindeki taneciklerinin enerjileri aşağıda verilen kutucuklardan hangisinde doğru olarak verilmiştir? İlgili kutucuğu işaretleyiniz ve seçiminizin nedenini boş bırakılan bölüme ayrıntıları ile açıklayınız.



- Su Buharı > Buz > Su      İşaretlediğim seçeneği seçtim, Çünkü;.....
- Buz > Su > Su Buharı      .....
- Su Buharı > Su > Buz      .....
- Su = Su Buharı = Buz      .....
- Yukarıdakilerin dışında      .....

6)



Yukarıda görüldüğü gibi özdeş iki yay eşit miktarda sıkıştırılarak, önlerine m ve 4m kütleli cisimler konulup serbest bırakılıyor. Sürtünmesiz düzlemde ilerleyen cisimler bitiş çizgisine geldiğinde, aşağıda verilen ifadelerden hangisi yada hangileri doğru olur? Doğru olduğunu düşündüğünüz kutucuk ya da kutucuklara işaret koyup, nedenini ayrıntıları ile açıklayınız.

- İkisinin de hızları eşittir.
- 4m kütleli cismin hızı m kütleli cismin hızından büyüktür.
- m kütleli cismin hızı 4m kütleli cismin hızından büyüktür.
- 4m kütleli cismin enerjisi m kütleli cismin enerjisinden büyüktür.
- m kütleli cismin enerjisi 4m kütleli cismin enerjisinden büyüktür.
- Enerjileri eşittir.

Çünkü.....

7) Aşağıda farklı kıtalardaki, üç ayrı ekosisteme ait üç ayrı besin/enerji piramitleri verilmiştir. Verilen bu besin/enerji piramitlerinde insanın sahip olabileceği toplam enerji miktarını büyüklüklerine göre karşılaştırınız. Yaptığınız karşılaştırmanın nedenini boş bırakılan bölüme ayrıntıları ile açıklayınız.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

8) Kimyasal bağ, bir maddeyi oluşturan atomları bir arada tutan kuvvet olarak tanımlanır. Aynı zamanda kimyasal tepkimeler maddelerin etkileşimleri sonucunda oluşur. Her gün içtiğimiz su, yanıcı hidrojen gazıyla yakıcı oksijen gazından oluşmaktadır. Bu olay aşağıda kimyasal eşitlik halinde verilmiştir.



Yukarıdaki tepkime eşitliğine göre, aşağıdaki kimyasal bağlar ile ilgili verilen durumları uygun kutucuğu işaretleyerek tamamlayınız.

a) Su oluşumu sırasında, H<sub>2</sub> molekülündeki ( H — H ) bağ  Kopar .  
 Oluşur .

Bu esnada ,  enerji gerekir.  
 enerji açığa çıkar,

b) Suyun oluşumda, ( H<sub>2</sub>O ) molekülündeki ( H — O ve O — H ) bağlar  Kopar .  
 Oluşur .

Bu esnada ,  enerji gerekir.  
 enerji açığa çıkar,

**YARDIMLARINIZ İÇİN ÇOK TEŞEKKÜR EDERİM.**

**Arş. Gör. Hasan ÖZCAN**

## EK C İlköğretim 8 Sınıf Öğrencileri İçin Hazırlanan Görüşme Formu

- Genel olarak bildiğin enerji çeşitlerini söyleyebilir misin?
- Peki bu sistemde olan enerji çeşitleri neler?
- (*Sistem Çalıştırılıyor*) Peki burada yükü yukarı yönde hareket ettiren nedir?
- Sence bir dönüşüm söz konusu mu?
- Bütün gün koştun ve yoruldu, sence yorulmanın sebebi ne olabilir.
- Bu durumu enerji ile nasıl ilişkilendirirsin?
- Peki daha sonra yemek yediğini düşünürsen, bu durumu enerji ile nasıl açıklarsın?
- Bu aktivitelerden sonra, son olarak uyuduğunu varsayalım, peki bu durumun enerji ile ilgili bir ilişkisi var mı? nasıl açıklarsın?
- Taneciklerinin enerjileri açısından, maddenin katı sıvı ve gaz halini karşılaştırabilir misin?
- (*Animasyon gösterilir*) Şimdi burada taneciklerin durumu hakkında yorum yapabilir misin?
- (*Önce kurulan 1. düzenek sonra 2. düzenek gösterilir*) Çelik topun a ve b noktalarındaki enerjisi hakkında ne düşünüyorsun?
- Çelik top düzeneğin herhangi bir noktasında iken mesela düzeneğin tam tepesindeyken kinetik enerjisi ve potansiyel enerjisi hakkında ne söylersin?
- Ekosistemde enerji akışı nasıldır?
- (*Materyal ve KAT 1' deki 7. soru gösterilir*) Bu besin piramidinde bulunan canlıları toplam enerji miktarlarına göre sıralayabilir misin?
- Neden böyle bir sıralama yaptın? Açıklar mısın?
- (*Görüşme kartı gösterilir*) Bu karta baktığında, bir canlıdan diğer bir canlıya doğru çizilen oku görüyorsun bu sence ne anlam taşıyor? Enerji ile bir ilişki kurabilir misin?
- Kimyasal bağ ne demektir?
- Su molekülleri arasında kimyasal bir bağ var mıdır?

- (*Animasyon gösterilir*) Su molekülünün oluşumunu kavramsal anlama testinde verilen tepkimeye görüyorsun, bu esnada Hidrojen ve Oksijen molekülleri arasındaki bağlara ne oluyor? Burada enerji ile ilgili bir durum söz konusu mu?
- Su molekülünde bulunan bağlar nasıl oluştu, peki burada enerji ile ilgili bir durum söz konusu mu?

## EK D Üniversite Öğrencileri İçin Hazırlanan Görüşme Formu

- Genel olarak bildiğin enerji çeşitlerini söyleyebilir misin?
- Peki bu sistemde olan enerji çeşitleri neler?
- (*Sistem Çalıştırılıyor*) Peki burada yükü yukarı yönde hareket ettiren nedir?
- Sence bir dönüşüm söz konusu mu?
- Bütün gün koştun ve yoruldu, sence yorulmanın sebebi ne olabilir.
- Bu durumu enerji ile nasıl ilişkilendirirsin?
- Peki daha sonra yemek yediğini düşünürsen, bu durumu enerji ile nasıl açıklarsın?
- Bu aktivitelerden sonra, son olarak uyuduğunu varsayalım, peki bu durumun enerji ile ilgili bir ilişkisi var mı? nasıl açıklarsın?
- Taneciklerinin enerjileri açısından, maddenin katı sıvı ve gaz halini karşılaştırabilir misin?
- (*Animasyon gösterilir*) Şimdi burada taneciklerin durumu hakkında yorum yapabilir misin?
- (*KAT 2' de 8. soru gösterilir*) Yay sabiti eşit iki yay düşün, bu yayların önüne  $m$  ve  $4m$  kütleli iki cisim koyup eşit miktarda sıkıştırdığımızda, bu iki cisim hız ve enerjileri bakımından karşılaştırabilir misin?
- Bu karşılaştırmayı yapma nedenini açıklar mısın?
- Cisimler sıkıştırılıp bırakıldıktan sonra onları harekete geçiren nedir? Peki bu hareket her kütle için aynı noktada mı sonuçlanır?
- (*İlk olarak  $m$  kütleli cisim için*) Şimdi teste yer alan sistemin aynısı burada mevcut,  $m$  kütleli cisim bıraktığımda bitiş çizgisine geldiği andaki zamanı ölçelim.
- (Daha sonra  $4m$  kütleli cisim için düzenek kuruldu)  $4m$  kütleli cisim bıraktığımda bitiş çizgisine geldiği andaki zamanı da ölçelim.
- Ölçülen bu iki zamanı göz önüne alırsak şimdi cisimlerin hızları ve enerjileri açısından görüşlerin değişti mi?
- Ekosistemde enerji akışı nasıldır?

- *(Materyal ve KAT- 2 deki 7. soru gösterilir)* Farklı kıtalarda bulunan bu besin-enerji piramitlerinde ortak olarak bulunan canlılardan insanın toplam enerji miktarlarını karşılaştırabilir misin?
- Neden böyle bir sıralama yaptın? Açıklar mısın?
- *(Görüşme kartı gösterilir)* Bu karta baktığında, bir canlıdan diğer bir canlıya doğru çizilen oku görüyorsun bu sence ne anlam taşıyor? Enerji ile bir ilişki kurabilir misin?
- Kimyasal bağ ne demektir?
- Su molekülleri arasında kimyasal bir bağ var mıdır?
- *(Animasyon gösterilir)* Su molekülünün oluşumunu kavramsal anlama testinde verilen tepkimede görüyorsun, bu esnada Hidrojen ve Oksijen molekülleri arasındaki bağlara ne oluyor? Burada enerji ile ilgili bir durum söz konusu mu?
- Su molekülünde bulunan bağlar nasıl oluştu, peki burada enerji ile ilgili bir durum söz konusu mu?

## EK E İlköğretim ve Üniversite Öğrencilerine Uygulanan Fen Bilgisi Tutum Ölçeği

Aşağıdaki cümlelerin her biri Fen Bilgisine dersine ait tutumlarınızı ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Lütfen her bir cümle için sizin görüşünüze en uygun kutucuğa çarpı ( × ) işareti koyunuz.

Katkılarınız için şimdiden teşekkür ederim.

Hasan ÖZCAN

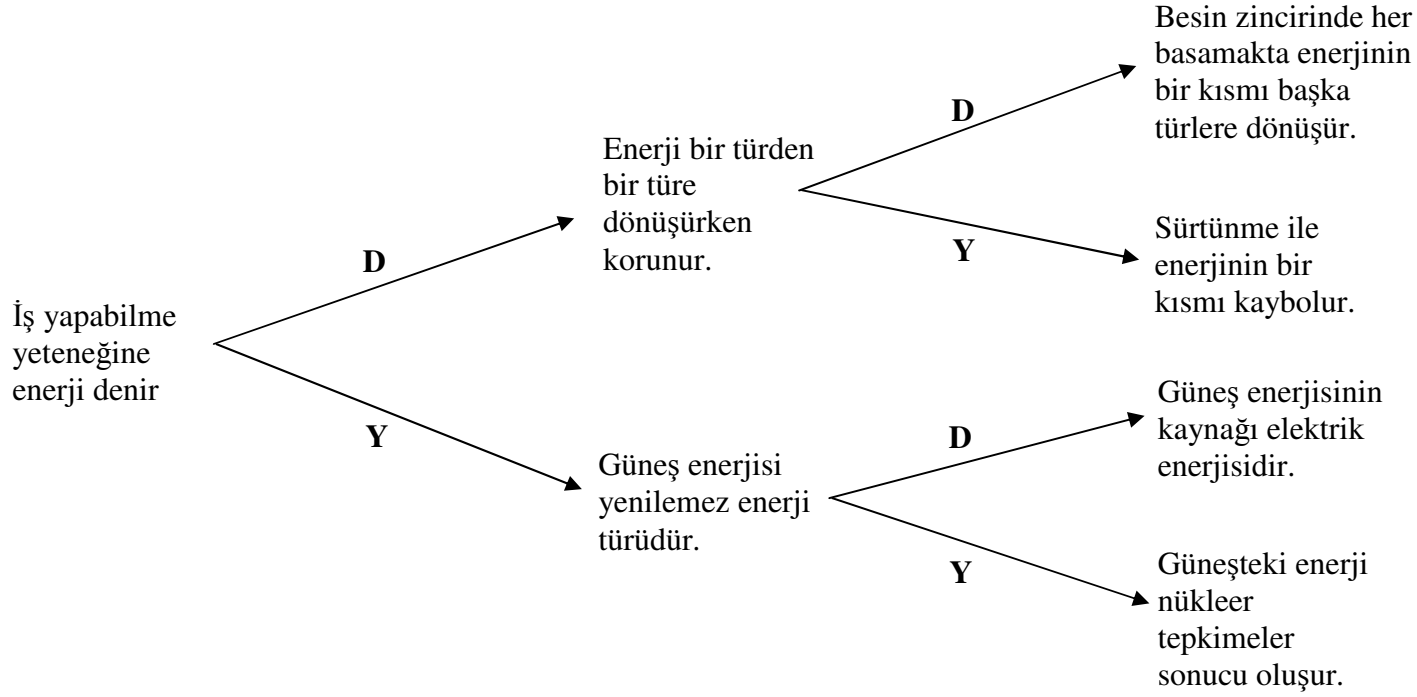
**Bölüm/Sınıf-Şube:** ...../.....

**Cinsiyet:** Kız ( ) Erkek ( )

TUTUM CÜMLELERİ	Tamamen Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Hiç Katılmıyorum
1. Fen Bilgisi, çok sevdiğim dersler arasındadır.	( )	( )	( )	( )	( )
2. Fen Bilgisi dersinde anlatılan konular beni sıkır.	( )	( )	( )	( )	( )
3. Fen Bilgisi dersine çalışmak beni dinlendirir.	( )	( )	( )	( )	( )
4. Fen Bilgisi dersine çalışırken canım sıkılır.	( )	( )	( )	( )	( )
5. Programda, Fen Bilgisi ders saatleri azaltılırsa mutlu olurum.	( )	( )	( )	( )	( )
6. Mümkün olsa, Fen Bilgisi dersi yerine başka bir ders alırım.	( )	( )	( )	( )	( )
7. Fen Bilgisi dersi ödevlerini sıkılmadan, zevkle yaparım.	( )	( )	( )	( )	( )
8. Fen Bilgisi dersine mecbur olduğum için çalışırım.	( )	( )	( )	( )	( )
9. Fen Bilgisi dersinde kendimi rahat hissederim.	( )	( )	( )	( )	( )
10. Diğer derslere göre Fen Bilgisi dersine, daha büyük bir zevkle çalışırım.	( )	( )	( )	( )	( )
11. Fen Bilgisi dersine, sadece sınıf geçmek için çalışırım.	( )	( )	( )	( )	( )
12. Fen Bilgisi dersi ile ilgili bilgilerimi arttırmak için hiç çaba göstermem.	( )	( )	( )	( )	( )
13. Programda, Fen Bilgisi ders saatleri arttırılırsa sevinirim.	( )	( )	( )	( )	( )
14. Fen Bilgisi dersi ilgi duyduğum bir ders değildir.	( )	( )	( )	( )	( )
15. Fen Bilgisi konuları ile ilgili daha çok şey öğrenmek isterim.	( )	( )	( )	( )	( )
16. Fen Bilgisi dersinden çekinirim.	( )	( )	( )	( )	( )
17. Boş zamanlarımda Fen Bilgisi dersine çalışmaktan zevk alırım.	( )	( )	( )	( )	( )
18. Fen Bilgisi dersi çalışmaları beni yorar.	( )	( )	( )	( )	( )
19. Fen Bilgisi benim için zor bir derstir.	( )	( )	( )	( )	( )
20. Fen Bilgisi, bana göre en çekici derstir.	( )	( )	( )	( )	( )
21. Dersler arasında en çok Fen Bilgisinden hoşlanırım.	( )	( )	( )	( )	( )
22. Fen Bilgisi dersinde, diğer derslerden daha çok neşe duyarım.	( )	( )	( )	( )	( )
23. Fen olaylarına ilişkin problemleri çözmekten hoşlanırım.	( )	( )	( )	( )	( )
24. Fen Bilgisi rahatlıkla öğrenebileceğim bir bilim dalıdır.	( )	( )	( )	( )	( )
25. Fen Bilgisi dersinin sınavlarını geçmekte zorlanırım.	( )	( )	( )	( )	( )
26. Fen Bilgisi ile ilgili kavramları anlamakta güçlük çekiyorum.	( )	( )	( )	( )	( )
27. Fen Bilgisi konuları benim için büyüleyicidir.	( )	( )	( )	( )	( )
28. Fen Bilgisi dersinde kendimi öğrenmeye güdülenmiş hissederim.	( )	( )	( )	( )	( )
29. Fen Bilgisinden nefret ederim.	( )	( )	( )	( )	( )
30. Fen Bilgisi, beni keşfetmeye ve yaratıcı düşünmeye yöneltir.	( )	( )	( )	( )	( )



## EK F Enerji konusunda Hazırlanmış Dallanmış Ağaç Örneği



## EK G Enerji Konusunda Hazırlanmış Yapılandırılmış Grid Örneği

<b>1</b> Elektromanyetik enerji	<b>2</b> Elektrik enerjisi	<b>3</b> Güneş enerjisi
<b>4</b> Kinetik enerji	<b>5</b> Potansiyel enerji	<b>6</b> Yenilemez enerji
<b>7</b> Fotosentez	<b>8</b> Ses enerjisi	<b>9</b> ATP
<b>10</b> Pil	<b>11</b> Işık enerjisi	<b>12</b> Isı enerjisi

- a) Yukarıdaki kutucuklardan hangi/hangileri mekanik enerji çeşididir?
- b) Yukarıdaki kutucuklardan hangi/hangileri solunum sonucu açığa çıkan vücudun kullanabileceği enerji türüdür?
- c) Yukarıdaki kutucuklardan hangi/hangileri jeneratör ile enerji dönüşümlerine örnektir?
- d) Yukarıdaki kutucuklardan hangi/hangileri temel enerji kaynağıdır?
- e) Yukarıdaki kutucuklardan hangi/hangilerinde enerji dalgalar halinde yayılır?
- f) Yukarıdaki kutucuklardan hangi/hangileri kimyasal enerji çeşididir?
- g) El fenerindeki enerji çeşitlerini sıra ile yazınız.
- h) Yukarıdaki kutucuklardan hangi/hangileri kömür, petrol ve doğalgazdan elde edilen enerji türüdür?
- ı) Yukarıdaki kutucuklardan hangi/hangilerinde güneş enerjisi enerji zincirine girer?

## EK H Enerji konusunda 5E Modeline Göre Hazırlanmış Günlük Ders Planı Örneği-1

<b>Dersin adı</b>	Fen Bilgisi
<b>Sınıf</b>	8
<b>Ünitenin Adı/No</b>	Kuvvet ve hareket
<b>Konu</b>	Fiziksel olaylar
<b>Önerilen Süre</b>	1 ders saati

<b>Öğrenci Kazanımları</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Sürtünen yüzeylerin ısı enerjisi açığa çıkaracağını deneyerek gösterir.</li><li>2.Sürtünme kuvvetinin, hızı etkileyerek hareket enerjisinde bir azalmaya sebep olacağını fark eder.</li><li>3.Hareket enerjisindeki azalmayı ısı enerjisine dönüşümle açıklar.</li></ol>
<b>Ünite Kavramları ve Sembolleri/ Davranış Örüntüsü</b>	Eğik düzlem, tahta yüzey, halı, toprak yüzey
<b>Güvenlik Önlemleri (Varsa)</b>	
<b>Öğretme-Öğrenme-Yöntem ve Teknikleri</b>	Yapılandırmacı Yöntemin 5E Modeli
<b>Kullanılan Eğitim Teknolojileri- Araç, Gereçler ve Kaynakça</b> *Öğretmen *Öğrenci	
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Dikkati Çekme</b></li></ul>	Ellerinizi birbirinize sürttüğünüzde neden açığa ısı enerjisi açığa çıkar?
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Güdüleme</b></li></ul>	Bu dersimizde sürtünmenin cisimler üzerine ne gibi etkileri olduğunu öğreneceğiz.
	<p><b>Girme Basamağı:</b> Bir cisim sonsuza kadar hareket edebilir mi? Neden?</p> <p><b>Keşfetme Basamağı:</b> Oyuncak araba eğik düzlemden aşağı doğru serbest bırakılır. Eğik düzlemin bittiği yere ise tahta bir zemin yerleştirilir. Oyuncak arabanın eğik düzlemi terk ettikten sonra ne kadar yol aldığına bakılır. İkinci sefer eğik düzlemin bittiği yere halı bir zemin yerleştirilir. Bu defa oyuncak arabanın aldığı yol gözlemlenir. Üçüncü defa aynı deney toprak zemin ile yapılır. Öğrencilerden oyuncak arabanın bu üç farklı zeminde aldığı yolların birbiri ile karşılaştırılması istenir. Öğrenciler oyuncak arabanın tahta zeminde daha uzun yol kattığını söyler.</p> <p><b>Açıklama Basamağı:</b> Bu üç zeminde oyuncak arabanın kattığı yolların farklı olmasının nedeninin sürtünme kuvveti olduğu açıklanır. Sürtünme kuvvetinin etkisi ile hareket enerjisinin ısı enerjisine</p>

	<p>dönüştüğü açıklanır.</p> <p><b>Derinleştirme Basamağı:</b> Makineler çalışırken parçalarının yağlanması nedeniyle sürtünmeden dolayı oluşan ısı enerjisini engellemektir. Isı enerjisi makine tarafından kullanılabilen bir enerji türü olmadığı için makinenin verimini düşürür. Peki patenle kayarken ayakkabı ile hareket edilenden daha kolay hareket edilir?</p> <p><b>Değerlendirme Basamağı:</b> Sürtünme olmasaydı bir paraşüt güvenli bir şekilde yere inebilir miydi? Tekerlek ile zemin arasındaki sürtünme sonucu nasıl bir enerji değişimi olur?</p>
<b>Planın Uygulanmasına İlişkin Açıklamalar</b>	Konu önerilen ..... ders saatinde işlenmiş ve değerlendirme etkinlikleri de tamamlanarak amacına ulaşmıştır.

## EK I Enerji konusunda 5E Modeline Göre Hazırlanmış Günlük Ders Planı Örneği-2

Dersin adı	Fen Bilgisi
Sınıf	7
Ünitenin Adı/No	KUVVET VE HAREKET
Konu	FİZİKSEL OLAYLAR
Önerilen Süre	1 ders saati

Öğrenci Kazanımları	<b>Sarmal yayların özellikleri ile ilgili olarak öğrenciler;</b> 1.Sıkıştırılmış veya gerilmiş bir yayın cisimleri hareket ettirme yeteneği kazanmış olmasından dolayı enerji depoladığını fark eder. 2.Yayların cisimleri hareket ettirirken önceden kendinde depolanan enerjiyi kullandığını fark eder.
Ünite Kavramları ve Sembolleri/ Davranış Örüntüsü	
Güvenlik Önlemleri (Varsa)	
Öğretme-Öğrenme-Yöntem ve Teknikleri	Yapılandırmacı Yöntemin 5E Modeli
Kullanılan Eğitim Teknolojileri- Araç, Gereçler ve Kaynakça *Öğretmen *Öğrenci	Yay,
<ul style="list-style-type: none"><li>Dikkati Çekme</li></ul>	Sıkıştırılmış bir yaydaki ne gibi enerji dönüşümleri görülür?
<ul style="list-style-type: none"><li>Güdüleme</li></ul>	Bu dersimizde sıkıştırılmış bir yaydaki enerji dönüşümlerin inceleyeceğiz.
	<b>Girme Basamağı:</b> Bir yayı sıkıştırdığımızda ne gibi enerji dönüşümleri gerçekleşir? <b>Keşfetme Basamağı:</b> Öğrencilere bir yay verilir. Öğrencilerden bu yayı sıkıştırmaları istenilir. Yay serbest bırakmaları istenilir. Gözlemlerini not etmeleri istenilir. Bu defa aynı yayın ucuna bir cisim bağlanması ve yayın sıkıştırılması istenilir. Bir süre sonra öğrenci yayı serbest bırakır. Gözlemlediklerini not etmesi istenir. Bu iki deney arasında ne gibi farklar olduğu sorulur. Öğrencilerden bunun nedenleri hakkında fikir yürütmeleri istenir. Öğrenciler cisimlerin hareketlerine neyin sebep olduğu konusunda tartışılır. <b>Açıklama Basamağı:</b> Sıkıştırılan yayların bir enerjiye sahip olduğu öğrencilere açıklanır. Enerji bir çeşitten bir çeşide dönüşebilir. Öncelikle sıkıştırılan yayda

	<p>enerji depolandığı öğrenciye açıklanır. Yay serbest bırakıldığında ise depo ettiği enerji başka bir forma dönüşür. Yayın bünyesindeki enerji cisme aktarılır. Cisim bu enerji ile hareket eder.</p> <p><b>Derinleştirme Basamağı:</b> Kurbağanın bacakları ile sıkıştırılmış bir yay arasında ne gibi bir benzerlik vardır?</p> <p><b>Değerlendirme Basamağı:</b> Sıkıştırılmış bir yay farklı kütlelerdeki cisimlere nasıl etki eder?</p>
<b>Planın Uygulanmasına İlişkin Açıklamalar</b>	Konu önerilen ..... ders saatinde işlenmiş ve değerlendirme etkinlikleri de tamamlanarak amacına ulaşmıştır.

## EK İ Enerji Kavram Analizi

Tablo İ. 1 İlköğretim Düzeyinde Enerji Kavram Analizi

KAVRAMLAR BİLGİSİ	OLGULAR BİLGİSİ	ALİŞI, SIRA, DİZİ, YÖNTEM VE ÖLÇÜT BİLGİSİ
1. Kimyasal Bağ Enerjisi	16. Mitokondri de oksijen kullanılarak, besinlerin kimyasal bağlarındaki enerjinin açığa çıkması.	$C_6H_{12}O_6 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + Enerji$ 67. 1 mol glikozdan oksijenli solunum sonucu 40 ATP elde edilmesi, 2 ATP'nin aktivasyon enerjisi olarak kullanılarak, Net 38 ATP elde edilmesi.
2. Kimyasal enerjisi	17. Hücrelerin enerji üretmek için oksijene ihtiyaç duyması.	
3. Elektrik enerjisi	18. Vücut hücrelerinde enerji üretimi sırasında oluşan CO <sub>2</sub> 'in akciğerlerden atılması	$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + Enerji$ 68. 1 mol glikozdan oksijensiz solunum sonucu 4 ATP elde edilmesi, 2 ATP'nin aktivasyon enerjisi olarak kullanılarak, Net 2 ATP elde edilmesi.
4. Işık enerjisi	19. Besinlerin, canlılığın devamı için gerekli olan enerji kaynağı olması.	
5. Isı enerjisi	20. Elde edilen enerji ile büyümenin sürdürülmesi.	69. Kullanım önceliklerine göre besinlerin sıralanması. • Karbonhidratlar, Yağlar, Proteinler
6. Nükleer enerjisi	21. Açığa çıkan enerjinin kaslarda hareket için kullanılması.	

Tablo İ. 1' in Devamı

7.	Ses Enerjisi	22.	Daha fazla enerji ihtiyacının, daha fazla besin tüketerek sağlanması.	70.	Enerji verme miktarlarına göre besinlerin sıralanması,,  • Yağlar > Karbonhidratlar > Proteinler
8.	Güneş Enerjisi	23.	Pillerde kimyasal enerjinin elektrik enerjisine dönüşmesi.	71.	Devrede seri bağlanan pillerin sayısının artması ampülün parlaklığının artması
9.	Kinetik Enerji	24.	Kimyasal tepkimeler sonucu ısı ve elektrik enerjisinin oluşması..	72.	Atom içerisinde bulunan elektronların eksi (-), protonların artı (+), nötronların yüksüz olması.
10	Potansiyel enerji	25.	Pilde çinko atomu ile sülfat iyonunun birleşmesiyle elde edilen iki elektonların pildeki iki kutupta potansiyel farkı doğurması.		
11.	Çekim potansiyel enerjisi	26.	Enerjileri birbirine yakın elektronların (spinleri zıt olacak şekilde) aynı enerji düzeyini paylaşması.		



Tablo İ. 1' in Devamı

12	Esneklik potansiyel enerjisi	27.	Elektronların (farklı enerjili), farklı enerji düzeyinde bulunması	73.	Vantilatörün elektrik enerjisini hareket enerjisine dönüştürmesi.
13.	Elektromanyetik enerji	28.	Elektrik enerjisinin jeneratörlerle üretilmesi		
14.	Yenilenebilir enerji kaynağı	29.	Ampulün yanma süresi ile harcanan enerjinin doğru orantılı olması.	74.	Elektrik enerjisi joule (J) adı verilen birimle ölçülmesi.
15.	Yenilenemez enerji kaynağı	30.	Elektronların tel içindeki iyon merkezleri arasından geçerken sürtünmesi sonucu telin ısınması		
		31.	Bir katının erimesi için enerji verilmesi.	75.	Işık enerjisi elde edilirken filaman adı verilen telin ısınması.

Tablo İ. 1' in Devamı

32.	Bir sıvının donması için sıvıdan enerji alınması.	
33.	Isı enerjisi ile maddenin yapısındaki atom ya da moleküllerin hareketinin hızlanması	76.
34.	Bir atomun çekirdeğinin nükleer enerji kaynağı olması.	77.
35.	Atom bombası ile büyük miktarda enerji elde edilmesi	
36.	Çekirdek parçalandığında nükleer enerjinin, ısı ve ışık enerjisine dönüşmesi.	

Endotermik tepkimenin gösterilmesi,

- Tepkimeye girenler + Enerji → Tepkimedен çıkanlar .

Endotermik tepkimenin gösterilmesi,

- Tepkimeye girenler → Tepkimedен çıkanlar + Enerji

Tablo İ 1' in Devamı

37.	<b>Ses enerjisinin dalgalar halinde yayılması.</b>	
38.	<b>Güneş enerjisinin besinlerde kimyasal bağ enerjisi olarak depo edilmesi.</b>	78. <b>Aynı maddenin farklı fazlarındaki (moleküler ya da atomik) taneciklerinin enerjilerinin farklı olarak sıralaması</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Gaz &gt; Sıvı &gt; Katı</li></ul>
39.	<b>Yeşil bitkilerin klorofillerinde güneş enerjisinin kimyasal bağ enerjisine dönüşmesi.</b>	79. <b>Güneşteki 4 hidrojenin nükleer füzyon yoluyla helyuma dönüşmesi ile yüksek miktarda enerji açığa çıkması.</b>
40.	<b>Üreticilerin fotosentezle enerji üretmesi.</b>	
41.	<b>Canlıların enerjiyi daha kolay kullanabildikleri ATP olarak depo etmesi.</b>	80. <b>Ses şiddetinin, bir saniyede santimetre karelik yüzeyden geçireceği enerji toplamına eşit olması.</b>

Tablo İ 1' in Devamı

42.	<b>Fosfatlar arasındaki yüksek enerjili bağların kopması sonucu enerji açığa çıkması.</b>	
43.	<b>Güneş enerjisinin dünyadaki canlıların yaşam kaynağı olması.</b>	<b>81. Fotosentez</b> $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{Enerji}]{\text{Güneş}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2$
44.	<b>Enerji akışının üreticilerden tüketicilere doğru olması.</b>	
45.	<b>Güneş'in güneş sistemindeki ana enerji kaynağı olması.</b>	<b>82. • ATP = Adenin + Riboz + 3 Fosfat</b>
46.	<b>Canlılar arasında enerji aktarımının olması.</b>	<b>83. Enerji bakımından sıralanması,</b> <b>• ATP &gt; ADP &gt; AMP</b>

Tablo İ 1' in Devamı

47. Güneşin radyasyon kaynağı olması.

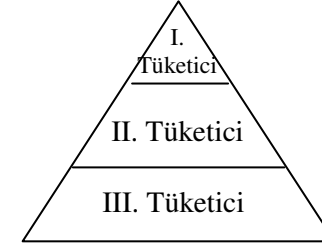
48. Uzaydan Dünya'ya yüksek enerjili parçaların gelmesi.

49. Güneş enerjisinin Güneş panelleri ile Güneş pillerinde depolanması.

50. Enerjinin değişik türlerde olması.

51. İş yapılırken, enerjinin kullanılması.

84.



85. Besin zincirinde enerjinin %10' unun bir üst basamağa aktarılması.

86.

Mekanik enerjinin ikiye ayrılması,

- Kinetik enerji
- Potansiyel enerji

Tablo İ 1' in Devamı

52.	Kinetik enerjisinin hareket enerjisi olarak adlandırılması.	
53.	Sürtünme sonucu hareket enerjisinin ısı enerjisine dönüşmesi.	87. Mekanik enerji = Kinetik enerji + Potansiyel enerji • $E_T = E_k + E_p$
54.	Kinetik enerjinin hız ve kütle ile doğru orantılı olarak değişmesi.	88. Kinetik enerjinin $E_K = \frac{1}{2} mv^2$ formülü ile hesaplanması. • $V_1 = V_2 \quad m_1 > m_2 \quad E_{k1} > E_{k2}$
55.	Isıman cismin (moleküler ya da atomik) kinetik enerjisinin artması.	
56.	Kuvvetin yaptığı iş'in, yükün üzerinde potansiyel enerji olarak depolanması	89. Uygulanan kuvvetin yaptığı iş= Yükün kazandığı potansiyel enerji • Uygulanan kuvvet x Kuvvetin destek noktasına olan uzaklığı = Yükün ağırlığı x Kuvvetin destek noktasına olan uzaklığı
57.	Potansiyel enerjini konum enerjisi olarak adlandırılması	

Tablo İ 1' in Devamı

58.	Potansiyel enerjinin kütle ve yükseklikle doğru orantılı olarak değişmesi.	90.	Potansiyel enerjinin, $E_p = mgh$ formülü ile hesaplanması. • $m_1 = m_2$ $h_1 < h_2$ ise $E_{p1} < E_{p2}$
59.	Çekim potansiyel enerjisinin ağırlık ve yüksekliğe bağlı olması.	91.	Potansiyel enerjinin ikiye ayrılması; a) Çekim potansiyel enerjisi b) Esneklik potansiyel enerjisi
60.	Esneklik potansiyel enerjisinin gerilme, sıkışma ve esnekliğe bağlı olması.	92.	Esneklik potansiyeli, • $F = k \cdot x$
61.	Esneklik potansiyel enerjisinin esnek cisimlerde görülmesi	93.	Işığın renklerine göre enerjilerinin sıralanması,; Kırmızı > Turuncu > Sarı > Yeşil > Mavi > Mor
62.	Işığın elektromanyetik enerji olması.		

Tablo İ 1' in Devamı

63.	Her renk ışığın farklı miktarda elektromanyetik enerji içermesi.	94.	Enerji kaynaklarının ikiye ayrılması; a) Yenilenebilir enerji kaynakları b) Yenilenemez enerji kaynakları
64.	X ışınlarının, radyo dalgalarının ve lazer ışınlarının elektromanyetik enerji içermesi.		
65.	Yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji eldesinin devamlı olması	95.	Yenilenebilir enerji kaynakları, a) Jeotermal enerji b) Akarsu c) Rüzgar
66.	Yenilenemez enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin sürekli olması	96.	Yenilenemez enerji kaynakları, a) Petrol b) Doğalgaz c) Kömür



Tablo İ 1' in Devamı

<b>GENELLEME – İLKE-KURAM BİLGİSİ</b>		<b>KAVRAMA</b>	<b>UYGULAMA</b>
97.	Bütün canlılar canlılık olaylarını devam ettirebilmek için enerji harcar.	116. Besinlerden elde edilen enerjinin kullanıldığı yerleri açıklama.	135. Solunum sonucu açığa çıkan enerji miktarını açıklama.
98.	Pilin kutupları arasındaki potansiyel farkının büyük olması, iki kutup birleştirildiğinde tel içindeki elektronların hareket enerjisinin büyümesini sağlar.	117. Solunum esnasında oluşan olayları açıklama. 118. Devreye eklenen pillerin sayısı arttıkça verdiği enerji miktarının hangi oranda arttığını hesaplama.	136. Bir devre üzerinde kimyasal enerjinin, elektrik enerjisine dönüşümünü gösterme.
99.	Aynı enerjiye sahip fakat zıt spinli elektronlar aynı enerji düzeyinde bulunur.	119. Elektronların enerji düzeylerinin birbirleriyle karşılaştırma.	137. Elektronların enerji düzeylerini hesaplama.
100.	Elektrikli bir araçta birim zamanda harcanan enerjiye, o aracın elektrik gücü denir.	120. Elektrik enerjisinin günlük hayatta kullanıldığı alanları söyleme.	138. Güneşten gelen enerjinin ne kadarının ışık enerjisi olduğunu hesaplama
101.	Güneş'ten ısı ve ışık enerjisi gelir.	121. Güneşten gelen ışık enerjisinin hangi enerji türlerine dönüştüğünü açıklama.	139. Bir kilo kömürün yakılması ile ne kadar enerji elde edildiğini hesaplama.

Tablo İ 1' in Devamı

102.	Maddelerdeki hal değişimi enerji ile sağlanır.	122.	Isı enerjisinin hangi yollarla elde edilebileceğini açıklama.	140.	Atom bombasından elde edilen enerjinin miktarını hesaplama.
103.	Dışarıdan ısı enerji olarak oluşan tepkimelere endotermik tepkime denir.	123.	Atom bombasının faydalarını ve zararlarını karşılaştırma.	141.	Ses enerjisinin mikrofondaki kuartz kristalinde oluşturduğu potansiyel farkını ölçme.
104.	Tepkime sonucunda dışarıya ısı enerjisi veren tepkimelere ekzotermik tepkime denir.	124.	Ses enerjisi ile cisimlerin hareket ettirilebildiğini söyleme.	142.	ATP'nin yapısını çizebilme.
105.	Bir devrede harcanan elektrik enerjisinin büyüklüğü, devredeki bir lambanın parlaklığıyla ilişkilidir.	125.	Güneş enerjisinin en önemli enerji kaynağı olduğunu belirtme.	143.	ATP sentezi sırasında ne kadar enerji harcandığını hesaplama.
		126.	ATP'nin kullanıldığı alanları açıklama.	144.	Besin zincirinde her basamakta aktarılan enerji miktarını hesaplama.
		127.	Besin piramidindeki basamakların birbiriyle ilişkisini açıklama.	145.	Enerji dönüşümlerini gösteren bir deney düzeneği kurma

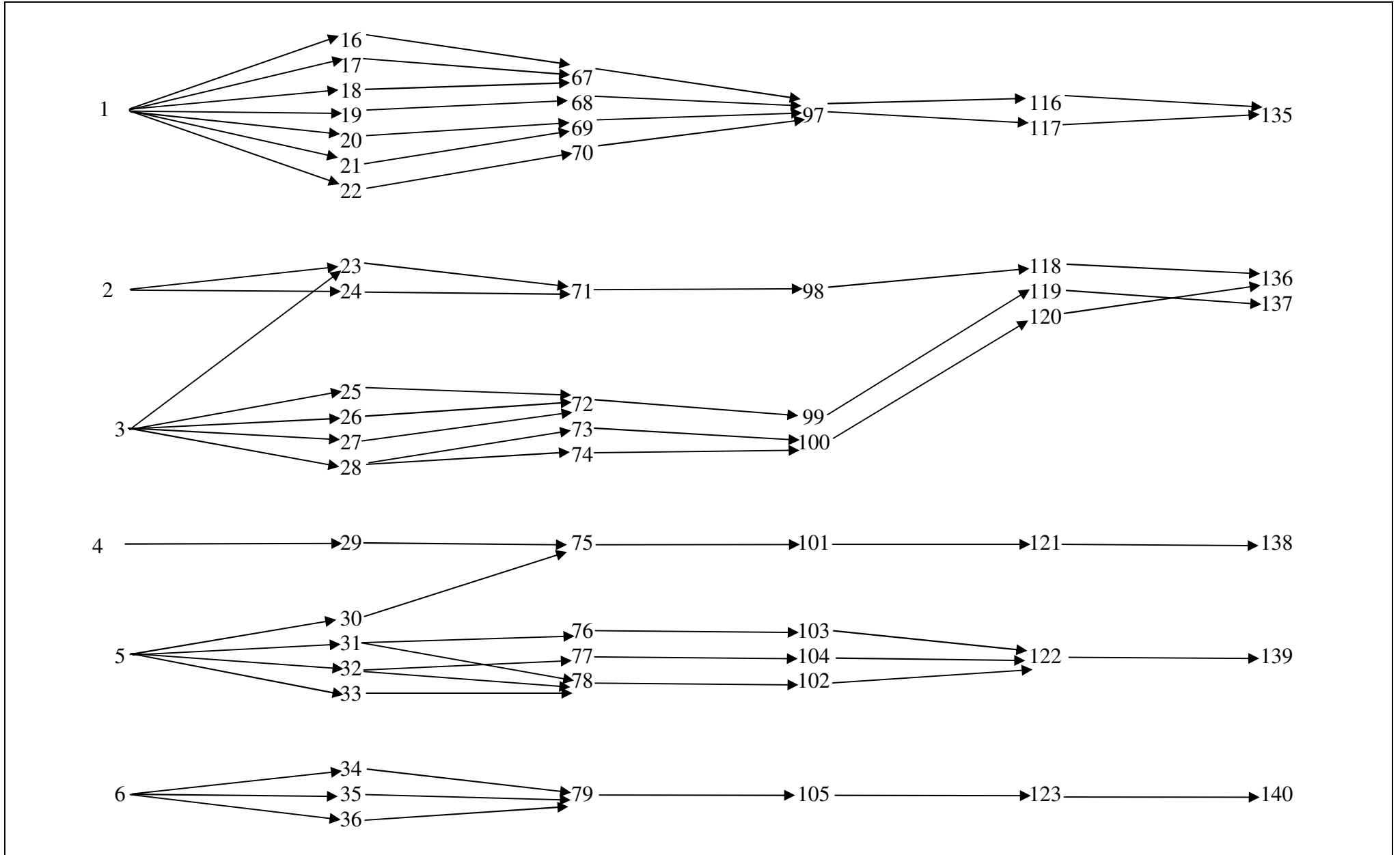
Tablo İ 1' in Devamı

106.	Ses kaynaklarının ürettiği itici kuvvet bulunduğu ortamdaki moleküllere kinetik enerji kazandırır. Bu hareket enerjisi itici kuvvetin birim zamandaki tekrarlanma hızına bağlıdır.	128.	Kinetik enerji ile potansiyel enerji arasındaki ilişkiyi açıklama.	146.	Hareket halindeki bir sistemin toplam enerjisinin açıklama.
		129.	Kinetik enerjinin kütle ve hız ile nasıl değiştiğini açıklama.	147.	Farklı yükseklikte ve kütledeki maddelerin potansiyel enerjilerini hesaplama.
		130.	Potansiyel enerjinin kütle ve yükseklikle nasıl değiştiğini açıklama.	148.	Esnek bir cismin enerji dönüşümlerini hesaplama
107.	Klorofilde gerçekleşen kimyasal tepkimelerde ışık enerji kaynağı olarak adlandırılır.	131.	Potansiyel enerji çeşitlerinin kendi aralarında dönüşümlerini açıklama.	149.	Farklı renklerdeki ışıkların arasındaki enerji dönüşümünü gösterme.
108.	Besin zincirinde üst basamaklara gidildikçe canlının kullanabileceği enerji miktarı azalır.	132.	Radyo dalgalarının nasıl üretiminde enerjinin rolünü belirtme.	150.	Rüzgar gülleri ile ne kadar elektrik enerjisinin üretildiğini hesaplama.
109.	Canlılar arasındaki besin ve enerji aktarımına besin zinciri denir.	133.	Rüzgar ve sudan yararlanılarak nasıl enerji edilebileceğini açıklama.	151.	Fosil yakıtların yakılması ile çevre kirliliğinin etkilerini tespit etme

Tablo İ 1' in Devamı

110. Enerji bir türden diğerine dönüşür.
111. Üzerinde iş yapılan cisimler enerji kazanır.
112. Enerji kaybolmaz.
113. Enerji dönüşümü esnasında elde edilen enerjinin, harcanan enerjiye oranına verim denir
114. Kullanıldıkları halde tükenmeyen enerji kaynaklarına yenilenebilir enerji kaynakları denir.
115. Yenilenemez enerji kaynakları doğada sınırlıdır

**Tablo İ 2 Enerji Kavramının Aşamalılık İlişkisi**



Tablo İ 2'nin Devamı

