

ENERJİ KAYNAKLARI VE ENERJİ DEPOLANMASI KAVRAMLARININ FARKLI ÖĞRENİM SEVİYELERİNDE ÖĞRENİLME DURUMUNUN ARAŞTIRILMASI

An Investigation into the Conceptions of Energy Resources and Energy Storage at Different Educational Levels

Ufuk TÖMAN¹
Sabiha Odabaşı ÇİMER²

Özet

Bu araştırmanın amacı; ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite seviyelerinde öğrenim gören öğrencilerin enerji kaynakları ve enerji depolanması kavramlarını anlama düzeylerini ve mevcut kavram yanlışlarını belirlemektir. Bu çalışmada gelişimci araştırma yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem dahilinde veri toplama aracı olarak kavramsal anlama testi ve yarı yapılandırılmış mülakat kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan testte yazılı cevap gerektiren sorulara yer verilmiştir. Araştırmanın pilot çalışması 45 kişi ile gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışma doğrultusunda hazırlanan test ilköğretimden 35, ortaöğretimden 35 ve üniversiteden 25 öğrenci olmak üzere 95 öğrenciye uygulanmıştır. Ayrıca, toplam 15 öğrenciyle mülakatlar yapılmıştır. Test ve mülakatlardan elde edilen veriler enerji kaynakları ve enerji depolanması kavramlarıyla ilgili anlamaların farklı kategorilerde olduğunu göstermiştir. Ayrıca bu kavramların her üç öğrenim seviyedeki öğrenciler tarafından da yeterince anlaşılmadığı görülmüştür. İlaveten, ilköğretim seviyesinde enerji kaynakları ve enerji depolanması kavramlarının günlük hayatta kullanımı ile ilgili anlamı, ortaöğretim ve üniversite seviyelerinde ise daha çok bilimsel tanım ve okul bilgisi ön plana çıkmıştır. Ayrıca, tüm öğrenim seviyelerinde bu kavramlarla ilgili kavram yanlışları tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar, öğretim programlarının hazırlanmasında kullanılabilir. **Anahtar kelimeler:** Enerji Kaynakları, Enerji Depolanması, Anlama Düzeyleri, Kavram Yanlışları

Abstract

This paper describes an investigation of the conceptions and misconceptions of energy resources and energy storage held by students at primary and secondary schools and student teachers at a faculty of education. The study employed developmental research methodology. In order to collect the data, both a conceptual understanding test and semi-structured interviews were used. Before the main study, a pilot study was conducted with 45 students, thereby, some revisions could be done to improve the test's quality. A total of 95 students (35 from primary, 35 from secondary and 25 from university)

¹ Öğr. Gör. Bayburt Üniversitesi, Bayburt Eğitim Fakültesi, İlköğretim, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim dalı, Bayburt, e-posta: utoman@bayburt.edu.tr

² Doç. Dr. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, OFMAE, Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı, Trabzon, e-posta: sabihaodabasi@gmail.com

* Bu çalışma, Ufuk TÖMAN'ın Yüksek Lisans tez çalışmasına dayanmaktadır.

responded to the test, which consisted of questions that require written answers. In addition, interviews were conducted with 15 students in total. The data from *students of primary school that energy sources and energy storage concepts to the fore front the use of daily life while the secondary and university levels came to the fore in the more scientific definition*. The test and interviews showed that the concepts of *energy resources and energy storage were not fully understood by the students. Misconceptions have been determined* at all levels of education. Implications for curriculum and school education are drawn from the results.

Key Words: Energy Resources, Energy Storage, Understanding Levels, Misconceptions.

GİRİŞ

Fen eğitiminin en önemli amaçlarından biri öğrencilerin kavramları anlamlı bir şekilde yapılandırılmalarını sağlamaktır. Kavramların anlamlı bir şekilde yapılandırılmalarına etki eden en önemli etkenlerden biri de kavram yanlışlarıdır. Kavram yanlışları veya alternatif kavramlar fen eğitiminde farklı olarak ortaya çıkan öğrenci algılamalarıdır (Fensham, 1988; Aydın ve Uşak, 2003).

Enerji konusu Fen bilimlerinin alt dalları olan Biyoloji, Fizik ve Kimya bilim dallarında yer alan temel kavramlardan biri olup öğrenciler tarafından soyut ve anlaşılması zor bir kavram olarak algılanmaktadır (Boyes ve Stanisstreet, 1990). Ayrıca enerji konusu farklı disiplinlerde yer almakla birlikte enerji kaynakları ve enerji depolanması gibi farklı kavramları içermektedir. Enerji kaynakları ve enerji depolanması kavramları çeşitli konuların içeriklerinde alt başlıklar halinde yer almaktadır. Bu nedenle enerji kaynakları ve enerji depolanması öğrenci zihninde farklı bir şekilde yapılandığı ve kavramlar arası ilişkilendirmede güçlükler ortaya çıktığı belirtilmektedir (Kayalı ve ark, 2000; Ayas ve ark, 2002). Aynı durumun üniversite öğrencilerinde de görüldüğü belirlenmiştir (Konuk ve Kılıç, 1998). Ayrıca, bir çok araştırmada enerji konusunun kompleks bir konu olduğu ve bu konunun öğretiminde çeşitli problemlerle karşılaşıldığı vurgulanmaktadır (Boyes ve Stanisstreet, 1991).

Enerji konusuyla ilişkili kavramların öğretiminde ortaya çıkan problemler ilköğretimden üniversite seviyesine kadar her aşamada görülmektedir (Konuk ve Kılıç, 1998; Ayas ve ark., 2002). Enerji, farklı disiplinler arası bir konudur ve fen bilimlerinde birçok kavramla doğrudan veya dolaylı olarak ilişkilidir. Enerji pek çok bilim dalı tarafından kullanılan ortak, disiplinler arası bir konu olduğundan, hem fiziksel hem kimyasal hem de biyolojik boyutlarıyla ele alınmalıdır (Gürdal, Bayram ve Şahin, 1999; Konuk ve Kılıç, 1998; Özmen, Dumanoglu ve Ayas, 2000).

Yapılan çalışmalar daha çok bir alan ile ilgili olarak enerji kaynakları ve enerji depolanması kavramlarını incelemekte ve sadece belli bir öğrenim seviyelerine hitap etmektedir. Enerji kaynakları ve enerji depolanması ile ilişkili kavramlarda farklı öğrenim seviyelerinde meydana gelen kavramsal değişimi incelemeye yönelik çalışmalar oldukça azdır. Bu çalışmada, enerji

kaynakları ve enerji depolanması kavramların da öğrenim seviyesine bağlı olarak meydana gelen değişimlerin bir bütün halinde incelenmesiyle bu kavramların çerçevesi daha iyi belirlenerek, kavramlar arası ilişkiler daha net ortaya çıkacaktır. Ayrıca bir bütün oluşturularak öğrencilerin ilişkili kavramları algılama biçimleri ve buna bağlı olası kavram yanlışları belirlenmiş olacaktır. Bu çalışma, enerji kaynakları ve enerji depolanması kavramlarının öğretim programlarına yeniden uyarlanması ve söz konusu kavramların öğretimine ilişkin katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite son sınıf öğrencilerinde enerji kaynakları ve enerji depolanması kavramlarının anlama düzeylerini belirlemek ve bu seviyeler arasındaki kavramsal değişimi ortaya koymaktır.

YÖNTEM

Bu çalışmada, farklı öğrenim seviyelerinde öğrenim gören öğrencilerin enerji kaynakları ve enerji depolanması kavramları hakkındaki öğrenim düzeylerinin belirlenmesine yönelik olarak betimsel araştırmalardan gelişimci araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırma, enerji kaynakları ve enerji depolanması kavramlarının öğrenim düzeylerinin belirlenmesine yönelik olarak bir örnekleme uzun süre çalışılarak gelişim düzeyinin ortaya çıkarılması yerine, örneklemin takip edeceği ona eşdeğer olabilecek örneklem üzerinde aynı zamanda devam edilmiş çalışmalardan oluşmaktadır (Çepni, 2009). Bu yolla, çalışmayı tamamlamak için aynı örnekleme takip etmek yerine, farklı yaş gruplarındaki örneklemle çalışılarak araştırma en erken sürede tamamlanmıştır. Bu özellikleri göz önüne alındığında çalışma, gelişimci araştırma yöntemi içinde enlemesine yapılmış bir çalışma özelliği taşımaktadır.

Bu araştırma, Trabzon il merkezinde bulunan bir ilköğretim okulu, bir lise ve Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi'nde gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın örneklemini, ilköğretim okulu ve lisenin rastgele seçilen birer son sınıfındaki öğrencilerle, Fatih Eğitim Fakültesi Biyoloji Öğretmenliği Anabilim Dalı son sınıftaki öğretmen adayları oluşturmaktadır. Araştırmaya katılan öğrenci sayıları ve cinsiyete göre dağılımları Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1: Araştırmanın örneklemi

Öğrenim Seviyesi	Cinsiyet		Toplam
	Kız	Erkek	
İlköğretim	21	15	35
Ortaöğretim	19	16	35
Üniversite	17	8	25

Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada, veri toplama aracı olarak kavramsal anlama testi ve bireysel tarzda yapılmış olan mülakat kullanılmıştır. Bu veri toplama araçlarına ait özellikler aşağıda belirtilmiştir.

Kavramsal Anlama Testi

Araştırmada sorulan enerji kaynakları ve enerji depolanması ile ilgili soruları, enerji kaynaklarıyla ilgili sorulan 3 tane iki aşamalı test sorusu ve enerji depolanmasıyla ilgili 2 açık uçlu ve 1 tane iki aşamalı test sorusu oluşturmaktadır. Test verilerinden elde edilen bulgular verilirken bazı kısaltmalar kullanılmıştır. Bu kısaltmaların açılımı aşağıda verilmiştir. Örneğin, Tİ-1; “teste cevap veren ilköğretim öğrencilerinden birinci öğrenciyi simgelemektedir” şeklindedir.

T: Test, İ: İlköğretim son sınıf öğrencisi, O: Ortaöğretim son sınıf öğrencisi, Ü: Üniversite son sınıf öğrencisi, 1: Birinci öğrenci, 2: İkinci öğrenci, 3: Üçüncü öğrenci, 4: Dördüncü öğrenci, 5: Beşinci öğrenci

Bunların yanında, test soruları belirlenirken, Boyes ve Stanisstreet (1991), Köse ve ark. (2006) ve Yürümezoğlu ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmalardan da yararlanılmıştır. Bu çalışmalarda kullanılan test sorularının güvenilirliğinin sağlandığı düşünülmüştür. Bunun yanı sıra test sorularının geçerliliği; uzman görüşleri, ilgili literatür ve pilot çalışmadan yararlanılarak sağlanmıştır. Ayrıca enerji kaynakları ve enerji depolanması kavramlarının testteki yerleri ve soru sayıları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Mülakatlar

Yarı yapılandırılmış mülakatın uygulandığı bu araştırmada mülakatlar bireysel olarak yürütülmüştür. Mülakatlar araştırmacı tarafından belirlenen kriterlere uygun olarak, her bir öğrenim düzeyinden 5 öğrenci olmak üzere öğretmenler tarafından seçilen toplam 15 öğrenci ile yürütülmüştür ve her mülakat yaklaşık 45-50 dakika sürmüştür.

Mülakat verilerinden elde edilen bulgular sunulurken bazı kısaltmalar kullanılmıştır. Bu kısaltmaların açılımı aşağıda verilmiştir. Örneğin, Mİ-1; “mülakat yapılan ilköğretim öğrencilerinden birinci öğrenciyi simgelemektedir” şeklindedir.

A: Araştırmacı (Mülakatçı), M: Mülakat, İ: İlköğretim son sınıf öğrencisi, O: Ortaöğretim son sınıf öğrencisi, Ü: Üniversite son sınıf öğrencisi, 1: Birinci öğrenci, 2: İkinci öğrenci, 3: Üçüncü öğrenci, 4: Dördüncü öğrenci, 5: Beşinci öğrenci

Verilerin Analizi

Öğrencilerin araştırılan kavramlarla ilgili anlama seviyelerini tespit etmek için kullanılan testten ve mülakatlardan elde edilen verilerin nasıl analiz edildiğine dair bilgiler aşağıda verilmiştir.

Kavramsal Anlama Testi

Bu çalışmada açık uçlu sorulardan oluşan testin değerlendirilmesi için Abraham ve diğerleri (1992) tarafından belirlenen anlama seviyesi kategorileri kullanılmıştır. Tablo 2’de bu kategoriler ve içerikleri gösterilmiştir.

Tablo 2: Testte yer alan soruları analiz etmede kullanılan kategoriler ve içerikleri

Anlama Düzeyleri	Puanlama Kriterleri
Tam Anlama	• Geçerliliği olan cevabın bütün yönlerini içeren cevaplar
Kısmi Anlama	• Geçerli olan cevabın bir yönünü içeren fakat bütün yönlerini içermeyen cevaplar
Özel Kavram Yanılgısıyla Kısmi Anlama	• Kavramın kısmen anlaşıldığını gösteren fakat aynı zamanda bir kavram yanılgısını da içeren cevaplar
Kavram Yanılgısı	• Bilimsel olarak yanlış olan cevaplar
Anlamama	• Boş bırakma, “bilmiyorum”, “anlamadım” benzeri ifadeler içeren cevaplar, • Soruyu aynen tekrarlama, • İlgisiz ya da açık olmayan cevaplar

Analiz sırasında öğrencilerin teste verdikleri cevapların bu kategorilere göre dağılımları yüzde olarak belirlenmiş ve tablolar halinde sunulmuştur.

Mülakatlar

Bu çalışmada, öğrencilerin ana sorular etrafında verdikleri cevapların benzerliklerine göre gruplandırılması şeklinde analiz yapılmasına karar verilmiştir. Ayrıca öğrencilerin sorularla ilişkili olarak verdikleri cevaplar arasından seçilen özgün cevaplar, örnek teşkil etmesi açısından doğrudan sunulmuştur.

BULGULAR

Farklı öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin enerji kaynakları ve enerji depolanması kavramlarını anlama düzeylerini tespit etmek, muhtemel kavram yanılgılarını belirlemek ve bu seviyeler arasındaki kavramsal değişimi ortaya koymak amacıyla yapılan bu çalışmada, test ve mülakatla toplanan verilerin analizinden elde edilen bulgular aşağıda sunulmuştur.

Öğrencilerin Enerji Kaynaklarını Anlama Düzeyleri

Uygulanan testin 1, 2 ve 3. soruları ile öğrencilerin enerji kaynaklarıyla ilgili anlama düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen

verilere göre ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite son sınıf öğrencilerinin enerji kaynaklarını anlama düzeyleri Tablo 3’ te sunulmuştur.

Tablo 3: Öğrencilerin enerji kaynaklarını anlama düzeyleri (%)

Soru No.	Tam anlama			Kısmi anlama			Özel Kavram Yanılgısı İle Kısmi Anlama			Kavram Yanılgısı			Anlamama		
	İ	O	Ü	İ	O	Ü	İ	O	Ü	İ	O	Ü	İ	O	Ü
1	0	12	28	51	34	20	23	14	12	12	6	4	14	34	36
2	6	14	12	29	23	24	45	14	16	6	17	8	14	32	40
3	9	17	16	37	17	36	29	34	8	9	3	8	16	29	32
Ort.	5	14	19	39	25	27	32	21	12	9	9	7	15	32	36

İ: ilköğretim (n=35) O: ortaöğretim son sınıf (n=35) Ü: üniversite son sınıf (n=25)

Birinci soru, bitkilerde enerji kaynaklarının anlaşılma düzeylerini belirlemeye yönelik olarak sorulmuş iki aşamalı bir test sorusudur. Bu soruda belirlenmek istenen ana husus; fasulye bitkinin yaşamına devam etmesinde ve besin üretmesinde ana enerji kaynağının, ‘güneş’ olduğu bilgisinin öğrenciler tarafından anlaşılma düzeylerini belirlemektir. Gündelik bilgiden ziyade, bilimsel bilginin tam olmasıyla, tam anlama düzeyinde cevap vermenin mümkün olduğu bu soruda en dikkat çekici noktalardan biri, ilköğretim öğrencilerinden bu soruya hiçbir öğrencinin tam anlamaya yönelik cevaplar vermemesidir. Fakat öğrenim seviyesi arttıkça tam anlama oranlarının da attığı görülmektedir. Bir üniversite öğrencisinin verdiği; “(Güneş) Bitki ışık enerjisini kimyasal bağ enerjisine dönüştürüp besin oluşumu sağlar, (TÜ-21)” şeklindeki cevap tam anlama kategorisindeki öğrenci cevaplarını temsil eder niteliktedir.

Gündelik hayatta sürekli tüketilen bitki olan fasulye bitkisinin enerjisini nerelerden sağladığı noktasında gündelik bilgiden ziyade bilimsel bilginin ön planda olması gerekir. Bu durum tam anlama kategorisinde hiç cevap veremeyen ilköğretim öğrencilerinin, kısmi anlama kategorisinde en yüksek oranda cevap vermelerinden de anlaşılmaktadır. Tablo 3’te de görüldüğü gibi, öğrenim seviyesi arttıkça kısmi anlama oranları da azalmaktadır. Kısmi anlama kategorisinde cevap veren öğrencilerin tamamında görülen temel eksiklik, öğrencilerin fotosentez için enerjinin gerekli olduğunu belirtmeleri fakat bu enerjinin nasıl ve ne şekilde kullanılacağı yönünde net bir cevap verememeleridir. Bu durumu bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “(Güneş) Fotosentezde enerji sağlanmasında en önemli etkidir, (Tİ-4)” şeklindeki cevap net bir şekilde göstermektedir.

Tam anlama ve kısmi anlamadaki öğrenim durumlarını, özel kavram yanılgısı ile kısmi anlama kategorisindeki oranlar destekler niteliktedir. Şöyle ki; bilimsel bilgi eksikliğinden kaynaklanarak ilköğretim öğrencilerinin tam anlamada en düşük, kısmi anlamada en yüksek oranda cevap vermesinin sonucu özel kavram yanılgısı ile kısmi anlama kategorisinde en yüksek orana

sahip olmasına yol açtığı düşünülmektedir. Bu kategoride cevap veren öğrencilerin, fasulye bitkisinin enerji kaynağı olan güneşin önemini kısmen açıkladıkları belirlenmiş, fakat güneşle beraber hava, su ve gübreyi de enerji kaynağı olarak belirtmeleri kavram yanlışlığına sahip olduklarını ortaya çıkarmıştır. Bu duruma örnek olması açısından, bir ilköğretim öğrencisinin güneş ve gübreyi enerji kaynağı olarak verdiği; “(Güneş) Güneş enerjisi besin üretiminde kullanılır”, “(Gübreler) Fotosentezle maddelere enerji depolamak için kullanılır, (Tİ-14)” şeklindeki cevabı, bir ortaöğretim öğrencisinin güneş ve havayı enerji kaynağı olarak verdiği; “(Güneş) Güneş enerjisini bitki kendi bünyesinde kullanır”, “(Hava) Çünkü; Havasız bir ortamda yaşanmaz, yani hava enerji verir, (TO-34)” ve bir üniversite öğrencisinin güneş ve suyu enerji kaynağı olarak verdiği; “(Güneş) Fotosentezle güneş enerjisi besinlerdeki enerjiye dönüşür”, “(Su) Fotosentezde şu başlıca enerji kaynağıdır, (TÜ-12)” şeklindeki cevaplar verilebilir.

Kavram yanlışlığı kategorisinde ise, tıpkı özel kavram yanlışlığı ile kısmi anlama kategorisinde olduğu gibi ilköğretim öğrencileri en yüksek orana sahiptir. Fakat öğrenim seviyesi arttıkça bu oranın azaldığı görülmektedir. Bu kategoride cevap veren öğrenciler enerji kaynağı olan güneş yerine, su, hava, toprak, gübre cevaplarını vermişlerdir. Özellikle ilköğretim öğrencilerinde günlük hayatta bitkiye mineral sağlaması için kullanılan gübreyi enerji kaynağı olarak göstermeleri dikkat çekici bir noktadır. Bu durumu ifade etmesi bakımından bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “Yapısında besin depolanmıştır ve enerji kaynağı olarak kullanılır, (Tİ-32)” şeklindeki cevap örnek olarak verilebilir. Diğer bir dikkat çeken nokta ise, fotosentezde kullanılan ‘hava ve suyun’ kavram yanlışlığı gösteren ortaöğretim ve üniversite öğrencilerinin çoğu tarafından enerji kaynağı olarak gösterilmesidir. Bir ortaöğretim öğrencisinin verdiği; “(Su) Sudan aldığı minerallerle fasulye bitkisi enerji depolar”, “(Hava) Hava bitkinin yaşaması için gereklidir ve en temel enerji kaynağıdır, (TO-19)” şeklindeki cevap diğer öğrenci cevaplarını temsil eder niteliktedir. En son kategori olan anlamama kategorisinde ise, bilimsel bilginin niteliğine bağlı olarak cevaplama olasılığının artması bilimsel bağlamda eksik olan öğrencilerin soruyu anlamamasına neden olmuştur. Tablo 3’ ten görüldüğü gibi öğrenim seviyesi arttıkça anlamama oranları da artmaktadır.

İkinci ve üçüncü sorular, insanların enerji kaynaklarının ne olduğunu ve ne çeşit enerji kaynaklarından enerji elde edebileceğinin öğrenciler tarafından anlama seviyelerini belirlemeye yönelik olarak sorulmuş iki aşamalı test sorularıdır. Üçüncü soru ikinci soruyu tamamlar nitelikte olup, bu soruda içerisinde enerji verici organik maddeler olan karbonhidrat, yağ, proteinin bulunduğu bazı besin maddelerinin yanısıra, oksijen ve kalsiyum gibi maddeler de verilerek, insanların hangi besin maddelerinden enerji elde ettiklerinin, öğrenciler tarafından anlama düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır. Tablo 3’ te görüldüğü gibi her iki soruda da ortaöğretim ve üniversite son sınıf öğrencilerinin tam anlama oranları hemen hemen birbirlerine yakındır. İlköğretim son sınıf öğrencilerinin ise tam anlama oranları, ortaöğretim ve

üniversite son sınıf öğrencilerine göre daha düşüktür. Bu durum, bitkilerde enerji kaynağının sorulduğu 1. soruda olduğu gibi, ilköğretim öğrencilerinin insanlardaki enerji kaynağı noktasında yeterli tam anlamaya sahip olmadıklarını göstermektedir. Tam anlama kategorisinde insanların hangi maddelerden enerji elde edebileceğine bir üniversite öğrencisinin verdiği; “(Besin) Besinler oksijenli solunumla yakılarak enerji (ATP) elde edilir, (TÜ-20)” şeklindeki cevap örnek olarak verilebilir. Ayrıca hangi tür besinlerden enerji elde edileceğine örnek olarak, bir ortaöğretim öğrencisinin verdiği; “(Et) Protein var. Solunumla yakarız ve enerji elde ederiz”, “(Elma) Elma’da besindir. Sonuçta yakılarak enerji elde edilir”, “(Yoğurt) Protein var. Solunumla yakarız ve enerji ederiz”, “(Patates) Nişasta var. İnsanda nişastanın sindirimi ağızda gerçekleşir ve karbonhidrat elde edilir. Karbonhidratlar da solunumda kullanılarak enerji elde edilir, (TO-32)” gibi cevaplar verilebilir.

Gündelik hayatta elde edilen deneyimlerden elde edilen bilgilerle, bilimsel bilginin farklılık gösterdiği noktalar vardır. Bu farklılık, insanların enerji kaynağının ne olduğu ve ne çeşit kaynaklardan enerji elde edildiği noktasında daha belirgin bir şekilde kendini göstermektedir. Bu noktadan hareketle, kısmi anlamaya baktığımızda tam anlama oranı en düşük olan ilköğretim öğrencilerinin, kısmi anlama oranlarında en yüksek seviyeye sahip oldukları görülmektedir. İlköğretim öğrencilerini birbirlerine hemen hemen yakın oranlarda olan ortaöğretim ve üniversite öğrencileri izlemektedir. Kısmi anlama kategorisinde cevap veren öğrencilerin insanlardaki enerji kaynağının ‘besin’ olduğunu belirttikleri fakat besinin niçin enerji kaynağı olduğunu yeterince ifade edemedikleri görülmüştür. Bu duruma, bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “Besinleri yakarız ve enerji sağlarız, (Tİ-3)” şeklindeki cevabı örnek olarak verilebilir. Enerjinin hangi çeşit besinlerden elde edildiğine ise, öğrencilerin et, elma, yoğurt, patates gibi besinlerden sadece bir veya birkaçını cevap olarak vermesi bu öğrencilerde de kısmi anlamının olduğunu göstermektedir. Bu duruma örnek olarak bir ortaöğretim öğrencisinin verdiği; “(Et) Protein bakımından zengin olmasından dolayı enerji verici olarak kullanılabilir”, “(Elma) Yapısında karbonhidrat bulunur ve solunumla yakılarak enerji elde edilir, (TO-27)” şeklindeki cevabı verilebilir.

Günlük dilde en fazla kullanılan enerji kaynağı besindir. Fakat besinin yanında günlük hayatta hava, su, güneş, egzersiz, ortam ısısı ve uyku gibi kaynaklardan da enerji alınabileceği yönünde kavram yanlışlarının olması, kendini bu çalışmada da göstermiştir. Öyle ki, ilköğretim son sınıf öğrencilerinde özel kavram yanlışlığı ile kısmi anlama oranının diğer öğrenim seviyelerine göre son derece yüksek olduğu Tablo 3’ten de görülmektedir (% 45). İlköğretim öğrencilerini sırasıyla üniversite ve ortaöğretim öğrencileri izlemektedir. Bu kategorideki ilköğretim öğrencilerinin büyük bir kısmı insanların enerjilerini besinle beraber uyku ve sudan sağlayacağını belirtmeleri özel kavram yanlışlığı ile kısmi anlamayı ortaya koymaktadır. Bu duruma bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “(Besin) Yağlar ve karbonhidratlar sayesinde enerji sağlanır”, “(Su) İçindeki mineraller bize güç ve enerji verir”, “(Uyku) İnsan uyurken hareketi için gerekli olan enerjiyi depolar, (Tİ-4)” şeklindeki

cevabı örnek olarak verilebilir. İnsanların enerjilerini hangi maddelerden elde ettiğine dair soruya ise, en yüksek oranı ortaöğretim öğrencilerinde belirlenmiştir (% 34). Ortaöğretim öğrencilerini sırasıyla ilköğretim ve üniversite öğrencileri izlemektedir (sırasıyla % 29 ve % 8). Bu kategoride cevap veren öğrencilerin ‘et, elma, yoğurt, patates’ gibi enerji veren organik maddeleri içeren besinlerden bir veya birkaçını ifade ettikleri, bunların yanında ‘oksijen ve kalsiyum’ gibi maddelerinde enerji verici olduğunu belirtmeleri bu öğrencilerin özel kavram yanılgısı ile kısmi anlamaya sahip olmalarına neden olmuştur. Bir ortaöğretim öğrencisinin verdiği; “(Et) İçindeki protein bize enerji verir”, “(Patates) Karbonhidrat ihtiyacımız için bize enerji verir”, “(Kalsiyum) Başlıca proteindir ve tüketilip sindirildiğinde enerji verir, (TO-15)” şeklindeki cevap diğer cevapları temsil eder niteliktedir.

İnsanlarda enerji kaynağı ve hangi maddelerden enerji sağlandığının sorulduğu sorulara bakıldığında kavram yanılgısı seviyesindeki öğrenci oranları arasında çok fazla bir farkın olmadığı görülmektedir. Kavram yanılgısı görülen öğrencilerin, enerji kaynağı olan besinin yerine, gündelik hayatta da çok sık kullanılan egzersiz, su ve uykuyu enerji kaynağı olarak gördükleri tespit edilmiştir. Bir ilköğretim öğrencisinin; “(Besin) Besin olarak enerji depolanır”, “(Uyku) Dinlenerek insan gerekli enerjiyi depolar”, “(Su) Sindirimle enerji sağlar, (Tİ-21)” ve bir üniversite öğrencisinin verdiği; “(Su) Sudaki mineraller enerji sağlar”, “(Egzersiz) Kaslarımızı çalıştırır ve enerji ortaya çıkar, (TÜ-19)” şeklindeki cevapları bu kategoriye konulabilir. İnsanların hangi besin veya maddelerden enerji edeceğine dair cevaplarda ise, farklı öğrenim seviyelerindeki kavram yanılgısına sahip öğrencilerin diğer anlama kategorilerine oranla daha düşük değerlere sahip oldukları görülmektedir. Bu kategoride cevap veren öğrencilerin hemen hemen tamamı oksijen ve kalsiyumdan enerji elde edileceğini belirtmişlerdir. Buna örnek olarak bir ortaöğretim öğrencisinin verdiği; “(Kalsiyum) Büyümemizi sağladığından dolayı bize enerji sağlar”, “(Oksijen) Oksijen solunumda kullanılan enerji kaynağıdır, (TO-24)” şeklindeki cevap diğer öğrenci cevaplarını da temsil etmektedir. Diğer enerji kaynağı sorularında olduğu gibi insandaki enerji kaynağı ve hangi maddelerde enerji edileceğine yönelik sorular bilimsel bilginin yeterli olmasıyla istenilen düzeyde cevap verilebilecek sorulardır. Buna paralel olarak, anlama kategorinde, diğer enerji kaynağı sorularında olduğu gibi en yüksek oran üniversite öğrencilerine aittir. Üniversite öğrencilerini, sırasıyla ortaöğretim ve ilköğretim öğrencileri izlemektedir.

Özetle, öğrencilerin enerji kaynaklarını anlama düzeyleri genel olarak öğrenim seviyesindeki artışla arttığı belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, kavram yanılgısı oranları ilköğretim ve ortaöğretim seviyelerinde aynı iken, üniversite öğrencilerinde azalmaktadır. (Tablo 3).

Öğrencilerin Enerji Depolanmasını Anlama Düzeyleri

Uygulanan testin 4, 5 ve 6. soruları ile öğrencilerin enerji depolanmasıyla ilgili anlama düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen

verilere göre ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite son sınıf öğrencilerinin enerji depolanmasını anlama düzeyleri Tablo 4’ te sunulmuştur.

Tablo 4: Öğrencilerin enerji depolanmasını anlama düzeyleri (%)

Soru No.	Tam anlama			Kısmi anlama			Özel Kavram Yanılgısı İle Kısmi Anlama			Kavram Yanılgısı			Anlamama		
	İ	O	Ü	İ	O	Ü	İ	O	Ü	İ	O	Ü	İ	O	Ü
4	6	11	8	46	23	20	3	17	12	31	26	28	14	23	32
5	0	17	16	34	23	12	6	3	8	14	9	0	46	48	64
6	6	17	28	60	43	20	9	0	4	9	20	8	17	20	40
Ort.	4	15	17	47	30	17	6	7	8	18	18	12	26	30	45

İ: ilköğretim (n=35) O: ortaöğretim son sınıf (n=35) Ü: üniversite son sınıf (n=25)

Enerjinin depolanmasının genel boyutta değerlendirilmesine yönelik olarak sorulan 4. soruda, tam anlama oranlarının oldukça düşük ve her öğrenim seviyesinde birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. İlköğretim ve ortaöğretim öğrencileri enerjinin depolanmasına yönelik günlük hayatta kullanılan ‘pil’ örneğinden yola çıkarak bazı açıklamalarda bulunurken, üniversite öğrencilerinin daha detaylı ve bilimsel içerikli cevaplar verdiği görülmektedir. Buna örnek olarak, bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “Enerji cismin bünyesinde atomlar arası kimyasal bağlarda depolanır, (Tİ-10)” bir ortaöğretim öğrencisinin verdiği; “Enerji sürekli dönüşüm halindedir örneğin piller depoladıkları enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürebilir, pilde bir depo kaynağıdır, (TO-12)” ve bir üniversite öğrencisinin verdiği; “Her enerji çeşidinin değişik depolanma şekli vardır. Mesela yaya bir kuvvet uygulayarak sıkıştırmamız sonucu yayda potansiyel enerji depolanır. Ayrıca bir telefonu şarja taktığımızda kimyasal enerji depolarız, (TÜ-22)” şeklindeki cevaplar verilebilir. Kısmi anlama kategorisinde ise, ilköğretim son sınıf öğrencilerinin yüzdelik oranı % 46 ortaöğretim ve üniversite son sınıf öğrencilerine göre oldukça yüksektir (sırasıyla % 23, %20).

Gündelik hayatta ‘enerji depolama’ ifadesi sıklıkla kullanılmaktadır. Bu ifade kullanılırken kısmen anlamayla birlikte kavram yanılgıları da görülmektedir. Bu durumun bir örneği de bu çalışmada, öğrencilerin özel kavram yanılgısı ile kısmi anlama kategorisinde vermiş oldukları cevaplarda görülmüştür. Öğrenciler günlük hayatta enerji depolayıcı olarak bildikleri ‘pil ve akümülatör’ örneklerini anlatırken kısmen doğru ifadeler kullanmışlar, fakat günlük bazı aktiviteler olan ‘yemek yeme, spor yapma’ gibi aktivitelerden de enerji elde edilebileceğini belirterek kavram yanılgısına düşmüşlerdir. Bu duruma örnek olarak bir ilköğretim öğrencisinin ; “Enerjide vücut için gerekli olan kullanılır, geriye kalan depolanır, (Tİ-2)” bir ortaöğretim öğrencisinin; “Çok yemek yenirse ve spor yapılırsa (enerji) depolanır, pillerde veya akülerde enerji depolanabilir. Barajlarda, akülerde, depolanır, (TO-11)” ve bir üniversite öğrencisinin; “Enerjiyi madde olarak

vücudumuzda depolayabiliriz. Ayrıca Pillerde, akümülatörlerde depolanabilir, (TÜ-7)” şeklindeki ifadesi örnek verilebilir.

Kavram yanlışlığı kategorisindeki oranlar her üç öğrenim düzeyinde de birbirine yakın değerlerdedir. Kavram yanlışlığı kategorisinde yer alan öğrenciler, özel kavram yanlışlığı ile kısmi anlamada olduğu gibi, daha çok besin ve günlük faaliyetlerden yola çıkarak bazı cevaplar vermişlerdir. Bu öğrenciler vermiş oldukları cevaplarda; uyuma, beslenme ve dinlenme neticesinde enerji depolanacağını belirterek kavram yanlışlığına düşmüşlerdir. Bu cevaplara, bir ilköğretim öğrencisinin; “Enerji farklı şekillerde depolanır örneğin, insanların uyku sırasında depoladığı enerji veya bitkilerin fotosentez sırasındaki enerjisi şeklinde olduğu gibi, (Tİ-17)” bir ortaöğretim öğrencisinin; “Besinlerden ve günlük dinlenme faaliyetleriyle depolanır, (TO-5)” ve bir üniversite öğrencisinin; “Canlılarda farklı formlarda depolanabilir, (TÜ-21)” gibi ifadeleri örnek verilebilir. En son kategori olan anlamama kategorisi içinse öğrenci cevap yüzdeleri artan öğrenim seviyelerine göre sırasıyla, % 14, % 23 ve % 32’dir.

Maddede yer alan enerjinin nerede depolandığının anlaşılma düzeylerini belirlemeye yönelik olarak sorulan 5. soru, iki aşamalı bir test sorusu olmakla birlikte bilimsel bilgiyi ve detaylı düşünmeyi ön planda tutmaktadır. Tablo 4’te görüldüğü gibi ilköğretim öğrencilerinde bu soruya tam anlama kategorisinde cevap verebilen öğrenci bulunmamaktadır. İlköğretim öğrencileri dışında bu soruya cevap veren ortaöğretim son sınıf ve üniversite öğrencilerinin tam anlama oranları birbirlerine oldukça yakındır. Bunun yanı sıra, kısmi anlama kategorisindeki öğrenci yüzdeleri artan öğrenim seviyesine göre sırasıyla, % 34, % 23 ve % 12 şeklindedir. Bir ilköğretim öğrencisinin vermiş olduğu “(Atomlar arası kimyasal bağlarda) Atomların bir arada kalmasını sağlayan mevcut bir çekim vardır, (Tİ-8)” şeklindeki cevap diğer öğrencilerin cevaplarına örnek teşkil etmektedir.

Özel kavram yanlışlığı ile kısmi anlama kategorisindeki öğrenci cevap yüzdeleri % 6, % 3 ve % 8 olarak bulunmuştur. Özel kavram yanlışlığı ile kısmi anlama kategorisinde, cevap veren öğrencilerin soruya yönelik kısmi anlamalara sahip oldukları fakat enerjinin depolandığı yeri geniş boyutta değerlendirirken kavram yanlışlığına düştükleri belirlenmiştir. Bu duruma, bir ortaöğretim öğrencisinin verdiği; “(Çekirdek) Atom çekirdeğinde parçalanarak enerji üretilir ve böylece enerji depolanır, (TO-34)” şeklindeki cevap örnek olarak verilebilir.

Kavram yanlışlığı kategorisinde üniversite öğrencilerinde cevap veren bulunmamaktadır. İlköğretim ve ortaöğretim seviyelerindeki öğrencilerin ise kavram yanlışlığı kategorisindeki oranları birbirine yakın değerlerdedir. Bu kategoriye örnek cevaplar; “(Elektron) Elektronlar yörüngedeyken depo edilir,(Proton) Protonlar birbirini itmesini sağlayan depolanmış enerjidir, (Çekirdek) Kullanılan enerji sadece çekirdekte depolanır, (Tİ-1)-(TO-27)” gibi ifadeleri içermektedir. Bilimsel bilgi yetersizliği öğrencilerde soruları cevaplarırken problem çıkarmaktadır. Bu durumun en bariz örneği anlamama kategorisinde görülmüştür. Bu kategoride üniversite öğrencilerinin yarısından

fazlasının cevap veremediği veya soruyla ilgisiz cevaplar verdiği görülmüştür. Diğer öğrenim seviyelerinde de öğrencilerin hemen hemen yarısı anlamama düzeyinde değerlendirilmiştir.

Enerji depolanmasının farklı maddelerin karşılaştırılması boyutundan ele alındığı 6. soruda, Tablo 4' te görüldüğü gibi, öğrencilerin tam anlama seviyesindeki doğru cevap yüzdeleri ilköğretim son sınıf için % 6, ortaöğretim için % 17 ve üniversite % 28 olarak belirlenmiştir. Kısmi anlama yüzdelerinde ise ilköğretim öğrencileri diğer öğrenim seviyelerine göre en fazla orana sahiptir (% 60). Ayrıca, ilköğretim öğrencilerinin kendi içerisindeki farklı öğrenim kategorilerindeki dağılımında da kısmi anlama oranı en yüksek değerdedir. İlköğretim öğrencilerini, farklı öğrenim seviyelerinde sırasıyla ortaöğretim (% 43) ve üniversite (% 20) öğrencileri izlemektedir. Kömür ve elmada bulunan enerji miktarlarının eşit olup olmadığına verilen cevaplardan kısmi anlamaya örnek olarak bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “(İki maddenin enerjisi eşit) Hayır, çünkü kömür ve elmanın açığa çıkardığı enerji türü farklıdır, (Tİ-19)” bir ortaöğretim öğrencisinin verdiği; “(İki maddenin enerjisi eşit) Değildir, çünkü her maddenin enerjileri farklıdır kütleleri eşit olmasına rağmen ikisi de farklı maddelerdir. Bu nedenle kömür ve elmanın enerjileri eşit değildir, (TO-23)” ve bir üniversite öğrencisinin verdiği; “(İki maddenin enerjisi eşit) Hayır, eşit olamaz. Çünkü atom yapıları farklıdır, (14)” şeklindeki cevaplar verilebilir.

Özel kavram yanlışlığı ile kısmi anlama kategorisinde, ortaöğretim son sınıf öğrencilerinde cevap veren bulunmamaktadır. Bunun yanında ilköğretim ve üniversite son sınıf seviyelerinde düşük oranlarda da olsa özel kavram yanlışlığı ile kısmi anlama kategorisinde öğrenci yer almaktadır. Bu kategoride cevap veren öğrenciler, yapılarındaki enerji durumu hakkında doğru ifadeler kullanmışlar fakat kömür ve elmada eşit miktarda enerji olduğunu belirterek yanlışlığa düşmüşlerdir. Özel kavram yanlışlığı ile kısmi anlama kategorisi için örnek teşkil eden cevaplar, bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “(İki maddenin enerjisi eşit) Olabilir, çünkü farklı çeşit enerji veririler. Fakat çıkan enerji miktarı aynı olabilir, (Tİ-8)” ve bir üniversite öğrencisinin verdiği; “(İki maddenin enerjisi eşit) Olabilir, Enerji sadece yanma sonucu çıkan kalori değildir. Atomların içinde protonlarda da birikmiş enerji vardır. Bunların hepsi açığa çıkarıldığında çok büyük bir enerji açığa çıkar, yani eşit olabilir, (TÜ-20)” şeklindeki cevapları içermektedir.

Kavram yanlışlığı kategorisinde ise, öğrenci yüzdeleri artan öğrenim seviyesine göre sırasıyla, % 9, %20 ve % 8 olarak belirlenmiştir. Kavram yanlışlığı kategorisindeki cevaplar ise, bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “Hayır, kütle eşitliği enerji eşitliğine kıstas olamaz, (Tİ-16)” bir ortaöğretim öğrencisinin verdiği; “(İki maddenin enerjisi eşit) Olamaz, çünkü bu iki maddenin öz kütleleri farklıdır, (TO-1)” ve bir üniversite öğrencisinin verdiği; “(İki maddenin enerjisi eşit) Hayır, enerji maddenin hızına bağlıdır, (TÜ-18)” şeklindeki ifadeler örnek olarak verilebilir. En son kategori olan anlamama kategorisinde ise en yüksek oran üniversite son sınıf öğrencilerine aittir (%

40). Üniversite son sınıf öğrencilerini sırasıyla ortaöğretim son sınıf (% 20) ve ilköğretim son sınıf öğrencileri (% 17) izlemektedir.

Özetle, öğrencilerin enerji depolanmasını anlama düzeyleri genel olarak öğrenim seviyesindeki artışla arttığı belirlenmiştir. Bunun yanı sıra kavram yanlışlığı oranları ilköğretim ve ortaöğretim seviyelerinde aynı iken, üniversite öğrencilerinde azalmaktadır. (Tablo 4). Enerji depolanmasıyla ilgili farklı öğrenim seviyelerinde görülen kavram yanlışlıkları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Mülakattan Elde Edilen Bulgular

Mülakattan elde edilen bulgular, ana sorulara verilen cevapların benzerliğine göre gruplandırılması esaslı üzerine kategorileştirilerek aşağıda sunulmuştur.

Öğrencilerin Enerji Kaynaklarını Anlama Düzeyleri

Mülakatlar sırasında öğrencilere enerji kaynakları ile ilgili sorular sorulmuştur. Alınan cevaplar öğrenci seviyelerine göre aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Tablo 5: Öğrencilerin enerji kaynakları ile ilgili cevapları

Soru	Kategoriler	Öğrenim Seviyeleri		
		İlköğretim	Ortaöğretim	Üniversite
İnsan yaşamına devam edebilmesi için gerekli olan enerjiyi nereden veya nerelerden sağlar?	Güneş	1	1	1
	Hareket	1	0	0
	Organik maddeler	3	3	4
	İnorganik maddeler	0	1	0
Çevrenizde yer alan enerji kaynakları nelerdir?	Enerji türleri	1	3	1
	Pil ve akü	1	0	0
	Yenilenebilir kaynaklar	1	1	3
	Yenilenemeyen kaynaklar	2	1	1
Yenilenebilir veya Sürdürülebilir enerji kaynakları nelerdir?	Rüzgar	1	2	1
	Güneş	1	2	2
	Bilmeme	3	1	2

İnsanların enerji kaynağının sorulduğu soruya cevap veren, ilköğretim öğrencilerinin yarısından fazlası, doğru anlamaya yönelik olarak ‘insanların enerjilerini organik maddeler olan karbonhidrat, yağ ve proteinlerden sağladıklarını’ belirtmişlerdir. Bu öğrencilerin dışındaki öğrencilerin ‘güneşten ve hareket sonucunda enerji elde edileceğini’ söylemeleri, bu öğrencilerde kavram yanlışlığı olduğunu ortaya çıkarmıştır. Örnek teşkil etmesi açısından, bir ilköğretim öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: İnsan yaşamına devam edebilmesi için gerekli olan enerjiyi nereden veya nerelerden sağlar?

Mİ-3: İnsanlar kendileri için gerekli olan enerjiyi güneşten ısı ve ışık şeklinde sağlar.

Buna karşılık ortaöğretim öğrencilerinin çoğunun, enerjinin organik maddelerden elde edildiğini belirtmeleri, bu öğrencilerin doğru anlamaya sahip olduklarını göstermektedir. Kavram yanlışlığına sahip öğrenciler ise, ‘güneş ve su’ gibi maddelerden enerji elde edileceğini söylemişlerdir. Bu soruya örnek teşkil etmesi açısından, bir ortaöğretim öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: İnsan yaşamına devam edebilmesi için gerekli olan enerjiyi nereden veya nerelerden sağlar?

MO-5: Besinlerden sağlar.

A: Peki besinlerin hepsi enerji sağlar mı?

MO-5: Evet besinlerde bulunan organik ve inorganik maddelerden enerji sağlanır. Bunların dışında hareketten de enerji elde edilir.

Üniversite öğrencilerinde ise, bir öğrencinin insanların kendileri için gerekli olan enerjiyi güneşten elde ettiğini belirtmesi kavram yanlışlığına sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu öğrenci dışındaki tüm öğrenciler, insanların kendileri için gerekli olan enerjiyi organik maddelerden elde ettiklerini söylemişlerdir. Bu soruya örnek teşkil etmesi açısından, bir üniversite öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: İnsan yaşamına devam edebilmesi için gerekli olan enerjiyi nereden veya nerelerden sağlar?

MÜ-2: İnsanlar enerji elde etmede besinlerden ve güneşten direkt enerji elde eder

A: Besinlerin hepsi enerji verici midir.

MÜ-2: Glikoz ve karbonhidrat enerji verir, vitaminden enerji sağlanmaz.

A: Güneşten nasıl enerji elde ederiz?

MÜ-2: Güneşten ısı enerjisi şeklinde.

Öğrencilerin çevrelerinde yer alan enerji kaynakları hakkındaki bilgilerini belirlemeye yönelik olarak sorulan soruya, cevap veren ilköğretim öğrencilerinin enerji kaynaklarını farklı şekilde değerlendirmeleri bazı kavram yanlışlıklarını ortaya çıkarmıştır. Örneğin, bir ilköğretim öğrencisi enerji kaynaklarının elektrik enerjisi, ısı enerjisi, ışık enerjisi olduğunu söylemiştir. Bunun dışındaki öğrenciler, enerji kaynağı olarak yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarından örnekler vererek doğru açıklamalarda bulunmuşlardır.

Buna karşılık ortaöğretim öğrencilerinin ise çoğu, enerji kaynağı olarak enerji türleri olan kinetik ve potansiyel enerji örneklerini vermişlerdir. Bu cevaplar öğrencilerde kavram yanlışlığı olduğunu göstermektedir. Bu öğrencilerin dışındaki öğrenciler doğru anlamaya yönelik olarak güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal enerji gibi yenilenebilir ve kömür, doğalgaz ve petrol gibi yenilenemeyen enerji kaynaklarından yola çıkarak bazı cevaplar

vermişlerdir. Örnek teşkil etmesi açısından, bir ortaöğretim öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: Çevrenizde yer alan enerji kaynakları nelerdir?

MO-5: Petrol, doğalgaz ve kömür bizim kullandığımız yakıtlardır. Aklıma bunlar geliyor.

Üniversite öğrencilerinin ise çoğu enerji kaynağıyla ilgili sorulan soruya güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal enerji ve gel-git enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından yola çıkarak doğru açıklamalarda bulunmuşlardır. Yalnızca bir üniversite öğrencisinin enerji kaynağı olarak elektrik enerjisi, ısı enerjisi, ışık enerjisi, gibi enerji türlerinden bahsetmesi, bu öğrencide kavram yanlışlığı olduğunu göstermiştir. Örnek teşkil etmesi açısından, bir üniversite öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: Çevrenizde yer alan enerji kaynakları nelerdir?

MÜ-3: Isı, ışık, kinetik enerji ve potansiyel enerji gibi enerji kaynakları vardır.

Öğrencilerin yenilenebilir veya sürdürülebilir enerji kaynakları hakkındaki bilgilerini belirlemeye yönelik olarak sorulan soruya, ilköğretim öğrencilerinin çoğu yenilenebilir enerji kaynakları hakkında bilgi sahibi olmadıklarını söylemişlerdir. Diğer ilköğretim öğrencileri de ‘güneş ve rüzgar’ gibi enerji kaynaklarından yola çıkarak bazı açıklamalar yapmışlardır. Örnek teşkil etmesi açısından, bir ilköğretim öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: Yenilenebilir veya Sürdürülebilir enerji kaynakları nelerdir?

Mİ-3: Bilmiyorum.

A: Daha önce bilgi olarak hiç karşına çıktı mı?

Mİ-3: Yok çıkmadı, bu konuyu görmedik.

Buna karşılık ortaöğretim öğrencilerinden, bir ortaöğretim öğrencisi dışındaki tüm öğrenciler yenilenebilir enerji kaynaklarına örnek olarak güneş ve rüzgarı vermişlerdir. Bu durum, mülakata katılan ortaöğretim öğrencilerinin büyük bir kısmında doğru anlamaların olduğunu göstermektedir. Örnek teşkil etmesi açısından, bir ortaöğretim öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: Yenilenebilir veya Sürdürülebilir enerji kaynakları nelerdir?

MO-2: Güneş ve rüzgardır. Sürekli kullanılan bitmeyen enerji kaynaklarıdır. Rüzgarla yel değirmenleri, su barajda kullanılır, güneşten paneller yapılır.

Mülakata katılan üniversite öğrencilerden iki tanesi, yenilenebilir enerji kaynakları hakkında bilgi sahibi olmadıklarını söylemişlerdir. Bu iki öğrenci dışındakiler ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinde olduğu gibi ‘güneş ve rüzgar’ enerjilerinden yola çıkarak “Güneş enerjisi ve rüzgar enerjisi doğada bitmeyen enerji kaynağıdır”, şeklinde bazı açıklamalar geliştirmişlerdir.

Öğrencilerin Enerji Depolanmasını Anlama Düzeyleri

Mülakatlar sırasında öğrencilere enerji depolanması ile ilgili sorular sorulmuştur. Alınan cevaplar öğrenci seviyelerine göre aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Tablo 6: Öğrencilerin enerji depolanması ile ilgili cevapları

Soru	Kategoriler	Öğrenim Seviyeleri		
		İlköğretim	Ortaöğretim	Üniversite
Enerji sizce nerede veya nerelerde depolanabilir?	Yenilenebilir kaynaklar	1	0	1
	Yenilenemeyen kaynaklar	1	0	0
	Potansiyel enerji	0	1	0
	Organik maddeler	1	1	1
	Pil ve akü	2	3	1
	Bilmeme	0	0	2
İnsan enerji depolayabilir mi?	Depolayabilir	5	4	5
	Depolayamaz	0	1	0
İnsan eğer enerji depolarsa nasıl ve ne şekilde depolar?	Atp	0	1	1
	Dinlenme	1	0	0
	Organik maddeler	4	4	4

Enerji depolanmasıyla ilgili enerjinin nerede veya nerelerde depolanabileceğinin sorulduğu soruya cevap veren ilköğretim öğrencileri farklı boyutlarda değerlendirmelerde bulunmuşlardır. Bu soruya cevap veren ilköğretim öğrencilerinin çoğunun, enerji karbonhidrat, yağ ve proteinlerde ve güneşte depo edilir, şeklinde cevap vermeleri, onlarda kavram yanılgısı olduğunu göstermektedir. Bazı öğrenciler de, enerjinin pil ve akü' de depolanabileceğini belirterek, doğru açıklamalarda bulunmuşlardır. Bu soruya örnek teşkil etmesi açısından, bir ilköğretim öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: Sence enerji depolanabilir mi?

Mİ-2:Depolanır.

A: Enerji sence nerede veya nerelerde depolanabilir?

Mİ-2: Bence pil ve akülerde depolanır.

A: Peki pil ve aküde nasıl ve ne şekilde enerji depolanır?

Mİ-2: Sadece depolandığını biliyorum, nasıl depolandığımı bilmiyorum.

Mülakata katılan ortaöğretim öğrencilerinin çoğunluğu, enerjinin depolanmasını açıklarken 'pil ve akü' örneklerinden yola çıkarak bazı ifadeler kullanmışlardır. Geriye kalan 2 öğrencinin ise, enerjinin durgun halde, potansiyel enerji şeklinde veya karbonhidrat, yağ ve protein gibi organik maddelerde depolanabileceğini belirtmeleri, bu öğrencilerde kavram yanılgısı olduğunu göstermektedir. Bu soruya örnek teşkil etmesi açısından, bir ortaöğretim öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: Sence enerji depolanabilir mi?

MO-1:Bana depolanır gibi geliyor.

A: Enerji nerede veya nerelerde depolanabilir?

MO-3: Depolanabilir bence, depolanabilir enerji kaynakları vardır.

A: Depolanabilir enerji kaynakları nelerdir?

MO-3: Şuan aklıma gelmiyor ama enerji potansiyel enerji şeklinde depolanabilir.

Üniversite öğrencilerinin, bir kısmı enerjinin nerede veya nerelerde depolanabileceği ile ilgili bilgi sahibi olmadıklarını söylemişlerdir. Bir kısmının da tıpkı ilköğretim ve ortaöğretim öğrencileri gibi, enerjinin güneş ve karbonhidrat, yağ ve proteinlerde depolanabileceğini belirtmeleri, bu öğrencilerde kavram yanılgısı olduğunu göstermektedir. Bu soruya örnek teşkil etmesi açısından, bir üniversite öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: Sence enerji depolanabilir mi?

MÜ-1: Bence depolanabilir.

A: Enerji nerede veya nerelerde depolanabilir?

MÜ-1: Mesela aklıma ilk gelen güneşin ve akarsuyun hem kaynak olması hem de enerji depolamasıdır.

Canlılarda enerjinin depolanmasına yönelik sorulan soru iki kısımdan oluşmaktadır. Bu sorunun ilk kısmında “insan enerji depolayabilir mi?” sorusu sorulmuş ve bu soruya cevap veren ilköğretim öğrencilerinin tamamı enerjinin depolanabileceğini belirtmişlerdir. Bu sorunun ikinci kısmında ise enerjinin depolanabileceğini söyleyen bir ilköğretim öğrencisi, insanların hareketsiz olduğu, dinlendiği ve uyuduğu zamanlarda enerji depolayabileceğinden bahsetmiştir. Bu öğrenci dışında, mülakata katılan diğer ilköğretim öğrencileri de enerji, besinlerden elde edilen karbonhidrat, yağ ve proteinler şeklinde depo edilir ifadesini kullanmışlardır. Bu ifadeler dikkate alındığında mülakata tüm ilköğretim öğrencilerinin kavram yanılgısına sahip oldukları görülmektedir. Bu soruya örnek teşkil etmesi açısından, bir ilköğretim öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: İnsan enerji depolayabilir mi?

Mİ-1: Depolar.

A: Peki insan nasıl ve ne şekilde enerji depolar?

Mİ-1: İnsan enerji harcamadığı sürece enerji depolanır. Mesela dinlenirken enerji depolanabilir.

Buna karşılık, mülakata ortaöğretim öğrencilerinden biri dışında hepsi enerjinin insan vücudunda ATP şeklinde depolanacağını ifade etmiştir. Bu soruya örnek teşkil etmesi açısından, bir ortaöğretim öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: İnsan enerji depolayabilir mi?

MO-2: Evet, depolayabilir.

A: İnsan nasıl ve ne şekilde enerji depolar?

MO-2: Karbonhidrat, yağ ve proteinlerden elde ettiği ATP'yi depolayabilir.

Üniversite öğrencilerinin ise, bu soruya verdikleri cevaplar incelendiğinde, ortaöğretim öğrencilerinde olduğu gibi yarısından fazlasının enerjinin organik maddelerde veya ATP şeklinde depolanacağını belirtmeleri, bu öğrencilerin de kavram yanılgılarına sahip olduklarını göstermektedir. Bu

soruya örnek teşkil etmesi açısından, bir üniversite öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: İnsan enerji depolayabilir mi?

MÜ-4: Depolayabilir.

A: Peki insan nasıl ve ne şekilde enerji depolar?

MÜ-4: Organellerde depolanır, mesela mitokondride ve yağlarda enerji depolanır.

TARTIŞMA

Çalışmanın bu bölümünde enerji kavramının farklı öğrenim seviyelerinde anlaşılma düzeylerine ilişkin bulgular literatürle karşılaştırılarak tartışılmıştır.

Öğrencilerin Enerji Kaynaklarını Anlama Düzeyleri

Enerji kaynakları ile ilgili sorulara bakıldığında, öğrenim seviyesi arttıkça tam anlamının arttığı, bunun aksine kavram yanlışlığının azaldığı görülmektedir. Özellikle ilköğretim öğrencileri bitkilerin ve insanların enerji kaynaklarının neler olduğu noktasında ciddi yanlışlıklara sahiptir. Bitkilerde enerjinin kaynağı hakkında sorulan soruya cevap veren öğrenciler toprağı, gübreyi ve hatta topraktaki böcekleri ve solucanları bitkilerin enerji kaynağı olarak göstermişlerdir. Bu yanlışlıkların varlığı öğrencilerin fotosentez olayını bilgi düzeyinde öğrenmiş olduğuna işaret etmektedir. Fotosentez kavramının öğretimi sırasında bitkilerin yaşamlarını sürdürebilmeleri ve büyüebilmeleri için su ve suda çözülmüş besin maddelerine ihtiyaç duydukları ve bu maddeleri de kökleriyle topraktan aldıklarının söylenmesi, öğrencilerin toprağı enerji kaynağı olarak yorumlamasına yol açmış olabilir. Bacanak ve ark. (2004), Köse ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışmalarda da benzer yanlışlıklar tespit edilmiştir.

İnsanlarda enerji kaynakları hakkındaki cevaplarda, öğrenciler hava, su, güneş, egzersiz, ortam ısı ve uyku gibi faktörleri enerji kaynağı olarak nitelendirmişlerdir. Bu yanlışlıkların oluşmasında günlük hayatta, bu faktörlerin enerji kaynağı olarak algılanmasının rolü olduğu düşünülmektedir. İlköğretim öğrencilerinin, önemli bir kısmının su ve uykudan enerji elde edileceğini veya enerji depolanacağını belirtmelerine bilimsel bilgilerindeki yetersizliğin neden olduğu söylenebilir. Ayrıca, bu kavram yanlışlıklarının ortaya çıkmasında insanlarda enerji kaynağının, insanların tüketmiş oldukları besinler olduğunu kavrayamamalarının etken olduğu düşünülmektedir. Benzer yanlışlıklar literatürde de yer almaktadır (Köse ve ark., 2006).

Dolayısıyla, öğrenciler insanların enerjilerini aldıkları besinlerden sağladıkları hakkında yeterli tam anlamaya sahip değildirler. Bu duruma, ortaöğretimde enerji konusunun farklı disiplinlerde ve farklı şekillerde gösterilmesinin yanı sıra, ilköğretimden bütüncül fen anlayışından gelen öğrencilerin, ortaöğretimde farklı disiplinler arası entegrasyonun sağlanmasında yaşadıkları problemin neden olabileceği düşünülmektedir.

Ayrıca, öğrencilerin önemli bir çoğunluğunun organik ve inorganik maddeleri bilmedikleri ve inorganik maddelerin enerji vermediği konusunda

kavram yanılgılarına sahip oldukları görülmüştür. Özellikle ilköğretim öğrencilerinin besin maddeleriyle beraber ‘oksijen ve kalsiyumu da’ enerji kaynağı olarak belirtmelerine; ilköğretim programlarında insanların enerji elde ettiği besin çeşitlerine yönelik öğrenci kazanımlarına yeterince yer verilmemesinin neden olduğu söylenebilir. Bu yanılgılara benzer yanılgılar literatürde de tespit edilmiştir (Gültepe ve ark., 2008; Mann ve Treagust, 2010).

Öğrencilerin çevrelerinde kullanabilecekleri enerji kaynaklarıyla ilgili verilen cevaplara bakıldığında öğrencilerin enerji türlerini, enerji kaynağı olarak nitelendirmelerine, enerji konusunun öğretiminde enerjiyle ilgili kavramların belli bir sistematiğe anlatılmamasının neden olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin büyük bir kısmının ‘Isı enerjisi, ışık enerjisi, elektrik enerjisi, kinetik enerji ve potansiyel enerji’ gibi cevapları literatürde yer almayan yanılgılara örnek olarak verilebilir. Bu durum, öğrencilerin enerji türlerini, enerji kaynağı olarak algılamalarından ileri gelmektedir.

Günümüzün en önemli konularından biri olan yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik öğrenci cevaplarının çoğunun ‘güneş ve rüzgar’ olmasında, ilköğretim programlarında yenilenebilir enerji kaynaklarından sadece güneş ve rüzgarın önemine yönelik öğrenci kazanımlarının olması ve diğer enerji kaynaklarının günümüz ve gelecekteki önemine yeterince değinilmemesinin neden olduğu düşünülmektedir. Her öğrenim seviyesinde ve özellikle ilköğretim öğrencilerinde, soruya ‘bilmiyorum’ cevabını veren öğrencilerin olması, özellikle ilköğretim ve ortaöğretim programlarında yenilenebilir enerji konusuna yeterince yer verilmemesiyle açıklanabilir. Bu durum, Tanrıverdi’nin (2009) öğretim programlarında yenilenebilir enerji kaynaklarının yeterince yer almadığı yönündeki tespitini de destekler niteliktedir.

Öğrencilerin Enerji Depolanmasını Anlama Düzeyleri

Enerjinin depolanması günlük hayatta aşına olunan fakat nasıl ve ne şekilde depolanacağı hakkında yeterince bilgi sahibi olunmayan bir alt enerji kavramıdır. Bu çalışmada göstermiştir ki, farklı öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin büyük bir kısmı ya kısmi anlama veya anlamama düzeylerine sahiptir. Enerjinin nasıl ve şekilde depolanabileceği sorusuna, Tablo 4’te görüldüğü gibi cevap veren farklı öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin çok az bir kısmının tam anlamaya sahip oldukları belirlenmiştir. Enerjinin depolanması boyutunun ilköğretimde gerek müfredat, gerekse konu bazında yeterince yer almamasının ve bu eksik bilgiyle ortaöğretime gelen öğrencilere ortaöğretimde alana yönelik, yüzeysel ve güncel hayattan bağımsız bilgilerin verilmesi, öğrencilerin sadece güncel hayattan edindikleri eksik bilgilerle enerjinin depolanmasını öğrenmelerine ve bu yetersizliği üniversiteye taşımalarına sebep olabilir. Bu noktadan hareketle bu çalışmada da enerjinin depolanması ile ilgili olarak farklı öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin çoğunda, kısmi anlama görülmüştür.

Ayrıca, öğrencilerin önemli bir bölümünde kavram yanılgısı belirlenmiştir. İlköğretimde fen ve teknoloji dersinde ve ortaöğretimdeki farklı disiplinlerdeki bağın tam olarak kurulamaması ve farklı öğrenim seviyelerine geçişlerde bu kavrama yönelik kilometre taşlarının planlanmaması, birbirine yakın tam anlama ve kavram yanılgısı oranlarının ortaya çıkmasına sebep olabilir. Öyle ki, ilköğretim öğrencilerinin bilimsel bilgilerinin eksik olması, bu öğrencilerin çevrelerinden edindikleri deneyimlerle soruyu yanıtlamaya çalıştıklarını düşündürmektedir. Bu yanılgıları içeren cevaplara: 'İnsanlar yemek yiyerek ve uyuyarak depolayabilirler.', 'Enerji su ve hava şeklinde depolanır.', 'Canlılarda farklı formlarda depolanabilir.' örnek verilebilir. Solomon (1985) tarafından yapılan çalışmada da benzer yanılgılar tespit edilmiştir. Bunların dışında, bu çalışmada literatürde rastlanmayan yanılgılar da tespit edilmiştir. Bunlara: 'Enerji Potansiyel enerji şeklinde yani cismin yüksekliğini arttırarak depo edilir.', 'Enerji su ve hava şeklinde depolanır.', 'Enerji bitkilerde fotosentez sırasında depolanır.' örnek verilebilir. Mülakatta yanlış anlamaya sahip öğrencilerin tamamına yakını enerjinin insanlar tarafından dinlenerek veya besin şeklinde vücutlarında depolanabileceğini belirtmişlerdir.

Kimyasal enerjinin nerede ve nasıl depolandığının sorulduğu soruya cevap veren öğrencilerin yaklaşık yarısı soruya anlamama düzeyinde cevap vermiştir. Özellikle ilköğretim ve ortaöğretim programlarında bir enerji türü olan kimyasal enerjiden ve kimyasal enerjinin nerede ve ne şekilde bulunduğundan yeterince bahsedilmemesi bu durumun oluşmasına sebep olabilir. Enerji dönüşümünde öğrencilerin yine önemli bölümünün pilde ve kömürdeki kimyasal bağlarda yer alan kimyasal enerjiyi açıklayamamaları, bir enerji türü olan kimyasal enerji noktasında görülen bilgi eksikliğini destekler niteliktedir.

Bu çalışmada, literatürde yer almayan bazı yanılgılara örnek olarak aşağıdaki cevaplar verilebilir: 'Elektronlar, Kimyasal enerjinin depolandığı yerdir. Katmanlardaki elektronlar enerjiye sahiptir.', 'Kullanılan enerji sadece çekirdekte depolanır.', 'Proton ile elektronun birbirine sağlayan kuvvet şeklinde kimyasal enerji depolanır.', 'Kömürün yanması esnasında potansiyel enerji ısı enerjisine dönüşür.'

SONUÇLAR

1. Genel olarak, incelenen kavramlar her üç öğrenim seviyesinde de yeterince anlaşılammıştır. Beklendiği üzere öğrenim seviyesi arttıkça genel olarak kavramların ortalama tam anlaşılma oranları artmıştır. Ancak bütün kavramların ortalama tam anlaşılma düzeyi % 50'nin altında kalmıştır.
2. Her üç düzeydeki öğrenciler de bitkilerde enerji kaynağı konusunda yanlış anlamalara sahiptirler. Bitkilerin de insanlar ve hayvanlar gibi beslendiklerine dair inanışları, bitkilerin besin üretmek için kullandıkları hammaddeleri besin olarak düşünmeleri, enerji üretimi sürecindeki yanlış fikirleri, gübrelerin görevleri ile ilgili bilgi

eksiklikleri ve enerji dönüşümlerini tam olarak kavrayamamış olmaları öğrencilerde bu konuda kavram yanlışlığına sahip olmalarındaki etken olduğu düşünülebilir. Bu yanlışlıkların her öğrenim seviyesinde görülmesi, erken dönemlerde kazanılan kavram yanlışlıklarının ilerideki dönemlerde de etkisini koruduğu yönündeki yaygın düşünceyi desteklemektedir.

3. Yenilenebilir enerji kaynakları hakkında her öğrenim seviyesinde, bilgi eksikliği ve yanlış anlamaların olduğu ortaya çıkmıştır. Bu durumun oluşmasına, ortaöğretimden itibaren enerji konusunun farklı disiplinlerde ve güncel hayattan problemleri içermeyen teorik bilgilerle verilmesinin yanında yenilenebilir enerji kaynaklarına ders kitaplarında ve müfredat programlarında yeterince yer verilmemesinin sebep olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, öğrencilerin tamamına yakınının yenilenebilir enerji kaynaklarından sadece rüzgar ve güneş enerjisini bildikleri fakat bu kaynaklar hakkında tam anlamaya sahip olmadıkları sonucu çıkmıştır.
4. Enerji depolanmasıyla ilgili farklı öğrenim seviyelerindeki kavram yanlışlıkları birbirine yakın oranlarda ve benzer şekillerde görülmektedir. İlköğretimde fen ve teknoloji dersinde, ortaöğretimde fizik, kimya ve biyoloji gibi farklı disiplinlerde enerji depolanmasına gerek ünite gerekse konu bazında yeterli önemin verilmemesinin, öğrencilerde enerji depolanmasıyla ilgili mevcut yanlış anlamaların bir sonraki öğrenim seviyesine taşınmasına yol açtığı düşünülmektedir.

ÖNERİLER

1. İlköğretim programlarında yenilenebilir enerji eğitimine ünite ve konu bazında daha fazla yer verilebilir. Yenilenebilir enerji eğitimine yönelik olarak çevre sorunlarını fark etme ya da çevreye karşı duyarlılık geliştirme ile ilgili kazanımların yanı sıra araştırma yapma, tasarı geliştirme, proje tasarlama, sorumluluk geliştirme gibi kazanımların sağlanmasına yönelik adımlar atılmalıdır.
2. Öğrencilere enerji depolanması anlatılırken benzer örnekler üzerinde kavramların öğretilmesi yerine farklı örnekler üzerinde konular işlenmelidir. Böylece öğrencilerin tek bir örnek üzerinde bilgilerini yapılandırmaya çalışmaları ve diğer uygulamalarda da sadece bir tek örneği temel alma özelliklerinin önüne geçilebilir.
3. Enerji kaynakları ve enerji depolanması ile ilgili ilköğretimden itibaren günlük hayata yönelik aktivitelerin olduğu bazı projeler geliştirilmeli ve böylece öğrencilerin mevcut kavram yanlışlıklarını hayatın içinde görmeleri sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Abraham., M.R., Gryzyboeski, E.B., Renner, J.W. ve Marek, A.E. (1992). Understanding and Misunderstanding Eighth Graders of Five Chemistry Concepts Found in Textbooks, *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 105-120.
- Ayas, A., Köse, S., ve Taş, E. (2002). The Effects of Computer-Asisted Instruction on Misconceptions About Photosynthesis, The First International Education Conference, Changing Times Changing Needs, Eastern Mediterranean University, Gazimagusa-Northern Cyprus.
- Aydın, H. ve Uşak, M. (2003). Fen Derslerinde Alternatif Kavramların Araştırılmasının Önemi: Kuramsal Bir Yaklaşım, *PAÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 121-135.
- Bacanak, A., Küçük, M. ve Çepni, S. (2004). İlköğretim Öğrencilerinin Fotosentez ve Solunum Konularındaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi: Trabzon Örnekleme, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17, 67-80.
- Boyes, E., ve Stanisstreet, M. (1991). Misconceptions in First-Year Undergraduate Science Students about Energy Sources for Living Organisms, *Journal of Biological Education*, 25, 3, 208-214.
- Boyes, E. ve Stanisstreet, M. (1990). Misunderstandings of 'Law' and 'Conversation' : A Study of Pupils' Meanings for These Terms, *School Science Review*, 72, 51-57.
- Çepni, S. (2009). *Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş*, Meslek Yapıtları Yayınevi, Trabzon.
- Fensham, P. (1988). Development and Dilemmas in Science Education, First Published, The Falmer Pres.
- Gültepe, M., Yıldırım, O. ve Sinan, O. (2008). Solunum Sistemi Konusunun Oluşturmacı Yaklaşımına Dayalı Öğretiminin 6. Sınıf Öğrenci Başarısına Etkisi, *İlköğretim Online*, 7, 2, 522-536.
- Gürdal, A., Bayram, H. ve Şahin, F. (1999). *İlköğretim Okullarında Enerji Konusunun Entegrasyon ile Öğretilmesi*. III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitim Sempozyumu, Ankara.
- Kayalı, H. A., Ürek, R. Ö., Çavaş, B. ve Tahrán, L. (2000). *İlköğretim Enerji Kavramı ve Enerji Tasarrufuna Yönelik Bir Çalışma*, IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Konuk, M. ve Kılıç, S. (1998). *Fen Bilimleri Öğrencilerinde Bitki ve Hayvanlardaki Enerji Kaynağı Konusundaki Kavram Yanılgıları*, III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, K.T.Ü, Trabzon.
- Köse, S., Bağ, H., Sürücü, A. ve Uçak, E. (2006). Prospective Science Teacher' About Energy, *International Journal of Environmental and Science Education*, 1, 2, 141-152.
- Mann, M. ve Treagust, F. D. (2010). Students' conceptions about energy and the human body, *Science Education International*, 21, 3, 144-159.
- Özmen, H., Dumanoğlu, F. ve Ayas, A. (2000). *Ortaöğretimde Enerji Kavramının Öğretimi ve Enerji Eğitimi*. IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Solomon, J. (1985). Teaching The Conservation of Energy, *Physics Education*, 20, 165-171.
- Tanrıverdi, B. (2009). Analyzing Primary School Curriculum in Term of Sustainable Environmental Education, *Education and Science*, 34, 51.
- Yürümezoğlu, K., Ayaz, S. ve Çökelez, A. (2009). İlköğretim İkinci Kademe Öğrencilerinin Enerji ve Enerji ile ilgili Kavramları Algılamaları, *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 3(2), 52-73.