

## **Öğretmen Adaylarının Çevre Sorunlarını Bilim Dallarını ve Termodinamik Yasaları ile İlişkilendirme Düzeyleri\***

Vahide Nilay KIRTAĞ AD<sup>1</sup>, Neşet DEMİRCİ<sup>2</sup>

### **ÖZ**

Bu çalışmanın amacı; fizik, kimya ve biyoloji öğretmen adaylarının çevre sorunlarını hangi bilim dalları ile ilişkilendirdiklerini belirleyerek bu öğretmen adaylarının termodinamik yasalarını çevre sorunları ile ilişkilendirme düzeylerini araştırmaktır. Çalışmanın örneklemini, ölçüt örnekleme yoluyla seçilen 2009-2010 eğitim-öğretim yılında Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi'nde okuyan 245 fizik, kimya ve biyoloji öğretmen adayı oluşturmaktadır. Veri toplama aşamasında araştırmacı tarafından geliştirilen Çevre Sorunlarını Bilim Dallarını İlişkilendirme Testi (ÇSBİT), Kelime İlişkilendirme Testi (KİT), ve Çevre Sorunlarını Termodinamik Yasalarını İlişkilendirme Testi (ÇSTİT) kullanılmıştır. ÇSBİT'ten elde edilen bulgulara göre fizik, kimya ve biyoloji öğretmen adaylarının çevre sorunlarını en fazla biyoloji ile ilişkilendirdikleri görülmektedir; bu ilişkilendirmeyi sırasıyla kimya, yer bilimi ve fizik takip etmektedir. Ayrıca "hava kirliliği" en önemli çevresel problem olarak düşünülmektedir. KİT ve ÇSTİT bulgularına göre, termodinamik ile çevre sorunları arasında enerji kirliliği ve termal kirlilik anlamında ilişki kurulamazken, öğretmen adaylarının termodinamik yasalarını çevre sorunlarına uygulamakta zorlandıkları da görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** termodinamik, termodinamik yasaları, çevre sorunları, çevre kirliliği

## **Prospective Teachers' Levels of Associating Environmental Problems with Science Fields and Thermodynamics Laws**

### **ABSTRACT**

The purpose of present research is to designate the science fields that prospective teachers of physics, chemistry and biology departments associate environmental problems with and also to explore the level of association prospective teachers establish between thermodynamics laws and environmental problems. Research sampling is composed of 245 prospective teachers from physics, chemistry and biology departments during the academic year 2009-2010 in Balıkesir University, Necatibey Faculty of Education. In data-gathering stage Association Test of Environmental Problems with Science Fields (ATEPSF), Word Association Test (WAT), and Association Test of Environmental Problems with Laws of Thermodynamics (ATEPLT) developed by researcher have been

---

\* Bu çalışma Vahide Nilay KIRTAĞ AD'ın yüksek lisans tez çalışmasından özetlenmiştir.

<sup>1</sup> Arş.Gör., Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi OFMAE Fizik Eğitimi, nilaykirtak@gmail.com

<sup>2</sup> Doç.Dr., Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi İlköğretim Fen Bilgisi Eğitimi, ndemirci@gmail.com

employed. According to findings obtained from ATEPSF prospective teachers from physics, chemistry and biology departments associate environmental problems mostly with biology which is followed by chemistry, earth science and physics. Besides “air pollution” is considered to be the most critical environmental problem. As manifested by WAT and ATEPLT findings, prospective teachers have failed to establish a connection between thermodynamics and environmental problems as well as energy pollution and thermal pollution and that prospective teachers have experienced difficulty in practicing thermodynamics laws within the scope of daily environmental problems.

**Keywords:** thermodynamics, thermodynamics laws, environmental problems, environmental pollution

## GİRİŞ

Ondokuzuncu yüzyılda sanayileşme hareketleri ile başlayan endüstrileşme, teknolojik gelişmeler ve nüfus artışı çevre sorunlarını gündeme getirmiştir. Yirminci yüzyılda önemli boyutlara ulaşan çevre sorunları, bugün artan bir hızla devam etmektedir. Çarpık kentleşme, küresel ısınma, ekolojik dengenin bozulması, ozon tabakasının incilmesi, sera etkisi, bitki ve hayvan türlerinin giderek azalması günümüzün başlıca çevre sorunlarından (Erol ve Gezer 2006; Gülay ve Ekici 2012; Kocataş 2003).

Bugün çevre sorunlarında geline durum, yalnızca insanları değil tüm canlı ve cansız varlıkların doğal yapısını da tehdit etmektedir. İnsanlar üzerinde yaşadıkları dünyayı kontrol edebilmek uğruna kendi çıkarları doğrultusunda doğal yaşamı değiştirmişlerdir. Bugün hem ulusal hem de uluslararası düzeyde önlemler alınmaya başlanmıştır. Fakat burada önemli olan insanların bilinçlendirilmesidir ve bu durum da çevre eğitiminin önemini vurgulamaktadır (Çepel 2008).

Literatür incelendiğinde çevre ve çevre eğitimi ile ilgili çok sayıda çalışma yapıldığı görülmektedir (Uzun 2007). Fakat bu çalışmaların çoğu çevresel sorunlara biyolojik açıdan bakmaktadır. Çevresel sorunlarla ilgilenen ekoloji bilimi, disiplinlerarası bir daldır ve sadece biyolojinin temel alındığı ekoloji eğitiminin ne yazık ki yetersiz olduğu düşünülmektedir (Ünal ve Dımişki 1999). Ekoloji başta biyoloji, fizik ve kimya olmak üzere bütün bilim dalları ile birlikte ortak çalışan bir bilimdir ve çevre sorunları da ancak olaylara çok boyutlu bakılarak çözülebilir (Gökmen 2007).

Bugün çevre dediğimiz şey, bir milyon yıl boyunca gerçekleşen çeşitli biyokimyasal süreçlerin, madde ve enerji akışlarının bir sonucudur. Bu süreçte “enerji” çok önemli bir rol oynamaktadır. Doğada gerçekleşen bütün süreçlerde, enerjinin transferi ya da dönüşümü gerçekleşmektedir (Mansson ve McGlade 1993). Hayatın devam ettiği bütün çevreler enerji kullanmaktadır. Sisteme giren bu enerjinin bir kısmı büyümede, iş yapmada ya da gelişmede kullanılırken bir kısmı da enerji dönüşümleri sırasında dışarı atılmaktadır. Uzunoğlu’na (1994) göre gerçek kirliliği meydana getiren şey, kullanılmayarak atılan bu enerjidir. Hatta, hayatımız enerjiye bağlı olduğu sürece kirlilik üretmemizin kaçınılmaz

olduğunu belirtmektedir. Çevre sorunları incelendiğinde de aslında bu sorunların temelini oluşturan “enerji sorunlarının” fizik biliminin ana konularından biri olduğu görülmektedir. Fizik bilimi içerisinde de enerji, enerji korunumu ve enerji dönüşümleri ile detaylı olarak ilgilenen dal ise “termodinamik”tir.

Termodinamik ve ekoloji ilişkisinin kurulduğu çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Mansson ve McGlade 1993; Nesic ve Raos 2006; Svirezhev 2000). Bu çalışmalarda genellikle klasik termodinamik kavramları ve metotları ekolojik problemlere uygulanmaya çalışılmıştır. Fakat bu ilişkinin konu edildiği eğitim çalışmaları oldukça azdır. Tokuya, Yamamoto ve Takashi (2004), yaptıkları bir çalışmada lise ve üniversite öğrencilerinin fizik ile ilgili çevresel konular hakkındaki fikirlerini araştırmışlardır. Pek çok üniversite öğrencisinin çevresel konular içerisinde geçen termodinamik yasalarını hatırlamadıklarını ayrıca lise ve üniversite öğrencilerinin görmüş oldukları fizik yasaları ile doğadaki pek çok olayı açıklayabileceklerinin farkında olmadıklarını görmüşlerdir. Öztas (2005) tarafından yapılan çalışmada da öğrencilerin termodinamik yasalarını ekolojik sistemlere ne ölçüde uyarlayabildiklerini araştırmak için dokuzuncu sınıfta okuyan toplam 135 öğrenciye madde döngüsü ve enerji akışı konularını içeren açık uçlu bir anket uygulamıştır. Elde edilen verilere göre öğrencilerin maddenin korunumu ile madde döngüsü ve enerji dönüşümü arasında ilişki kuramadıkları görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin termodinamik yasalarını göz ardı ettikleri ve bu yasaları ekolojik olaylara uygulayamadıkları görülmüştür. Çalışmanın sonucunda ekolojik olayların öğretilmesinde termodinamiğin temel prensiplerinin de öğretilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Bu nedenle bu çalışmada, öğretmen adaylarının çevresel sorunlarla bilim dalları arasında nasıl bir ilişki kurdukları ve fiziğin bir alt dalı olan termodinamikle nasıl ilişkilendirdikleri belirlenmek istenmiştir.

## YÖNTEM

Bu çalışmanın dizaynı, betimsel nitelikli tarama modelidir. Tarama modelleri, geçmişte ya da halen var olan bir durumu olduğu şekliyle betimlemeyi amaçlayan araştırma modelleridir (Karasar 2008). Kaptan’a (1973) göre betimleme araştırmaları, olayların, objelerin, varlıkların, kurumların, grupların ve çeşitli alanların “ne” olduğunu betimleyen incelemelerdir.

### **Araştırmanın Amacı**

Bu çalışmanın amacı, öğretmen adaylarının çevresel sorunlarla bilim dalları (fizik, kimya, biyoloji gibi) arasında nasıl bir ilişki kurduklarını ve fiziğin bir alt dalı olan termodinamikle nasıl ilişkilendirdiklerini belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır:

1. Öğretmen adaylarının önemli bulduğu çevresel sorunlar nelerdir ve bu çevre sorunlarını en çok hangi bilim dalları ile ilişkilendiriyorlar?
2. Termodinamik ve çevre eğitimi derslerinde geçen bazı kavramlar (ısı, sıcaklık, enerji, iş, küresel ısınma, çevre kirliliği, entropi ve enerji dönüşümü) arasındaki ilişkiler öğretmen adayları tarafından nasıl

kuruluyor? Bu kavramlar arasında kurulan ilişkiler fizik, kimya ve biyoloji öğretmen adaylarına göre ne gibi farklılıklar göstermektedir?

3. Öğretmen adayları, çevre sorunları ile termodinamik yasaları arasında nasıl bir ilişki kuruyorlar? Termodinamiğin yasaları ile açıklanabileceğini ya da açıklanamayacağını düşündükleri çevresel sorunlar nelerdir?

### Çalışma Grubu

Çalışmanın örneklemini, 2009-2010 eğitim-öğretim yılında Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi'nde okuyan 245 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Örneklemin seçiminde amaçlı örnekleme yöntemlerinden, ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Amaçlı örnekleme yöntemleri, pek çok durumda, olgu ve olayların keşfedilmesinde ve açıklanmasında yararlı olmaktadır. Ölçüt örnekleme yönteminde ise önceden belirlenmiş bir dizi ölçütü karşılayan bütün durumlar çalışılmaktadır. Burada sözü edilen ölçüt veya ölçütler araştırmacı tarafından belirlenebilmektedir (Yıldırım ve Şimşek 2006). Örneklem seçiminde öğretmen adaylarının çevre eğitimi ve/veya termodinamik derslerini almış ya da alıyor olmalarına dikkat edilmiştir. Bu amaç doğrultusunda üçüncü sınıfta "Isı ve Termodinamik" derslerini alan 3, 4 ve 5. sınıf fizik öğretmen adayları; birinci sınıfta "Çevre Eğitimi" ve ikinci sınıfta "Çevre Biyolojisi" derslerini alan 1, 2, 3, 4 ve 5. sınıf biyoloji öğretmen adayları ile üçüncü sınıfta "Fiziksel Kimya I" ve "Çevre ve İnsan" derslerini alan 4 ve 5. sınıf kimya öğretmen adayları ile çalışılmıştır. Bu örneklemin bölümlere göre dağılımı ise Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Örneklemin Anabilim Dallarına göre Dağılımı

Anabilim Dalı	Sınıfı	N (öğrenci sayısı)	%
OFMAE Biyoloji Eğitimi	1. sınıf	39	15.91
	2. sınıf	43	17.55
	3. sınıf	25	10.20
	4. sınıf	28	11.42
	5. sınıf	13	5.30
OFMAE Kimya Eğitimi	4. sınıf	25	10.20
	5. sınıf	20	8.16
OFMAE Fizik Eğitimi	3. sınıf	16	6.53
	4. sınıf	22	8.97
	5. sınıf	14	5.71
TOPLAM		245	

### Veri Toplama Araçları

Araştırmannın verileri, araştırmacı tarafından geliştirilen Çevre Sorunlarını Bilim Dallarını İlişkilendirme Testi (ÇSBİT), Kelime İlişkilendirme Testi (KİT) ve Çevre Sorunlarını Termodinamik Yasaları ile İlişkilendirme Testi (ÇSTİT) yardımıyla toplanmıştır. ÇSBİT, Tokuya ve arkadaşları (2004) tarafından yapılan çalışmadan alınmıştır. İki sorudan oluşan bu testte öğretmen adaylarından hangi çevre sorunlarını önemli buldukları ve bu çevre sorunlarını en fazla hangi bilim dalları ile ilişkilendirdikleri sorgulanmaktadır. Birinci soru

“En önemli olduğunu düşündüğünüz dört çevresel problemi listeleyiniz”, ikinci soru ise “Sizce, çevresel sorunlarla en fazla ilgilenen bilim dalları nelerdir?” şeklindedir. KİT, termodinamik ve çevre eğitimi ders kitaplarında ortak olarak geçen sekiz temel kavram (ısı, sıcaklık, enerji, iş, küresel ısınma, çevre kirliliği, entropi ve enerji dönüşümü) baz alınarak hazırlanmıştır. ÇSTİT’nde ise üç soru bulunmaktadır. Birinci soruda, verilen on farklı çevresel sorunun hangi termodinamik yasası veya yasaları ile açıklanabileceği sorulmuştur. İkinci soruda ise neden açıklanabileceği ya da açıklanamayacağı konusunda öğretmen adaylarının yazılı ifadeleri alınmıştır. Üçüncü soruda ise verilen durumu kendi yorumları ile açıklamaları istenmiştir.

Ölçeklerin geliştirilmesi aşamasında asıl uygulama öncesi, çalışmada seçilen örneklem grubu ile aynı özellikleri taşıyan 20 kişilik farklı bir örneklem grubuna (Kimya öğretmenliği 3. sınıf öğrencileri) pilot (ön deneme) çalışma olarak, hazırlanan testler uygulanmıştır. Pilot çalışma sonucunda bazı soru kökleri değiştirilerek daha sade ve anlaşılır testler hazırlanmaya çalışılmıştır. Bu sırada testlerin soru sayısında herhangi bir değişiklik yapılmamış, soru eklenmemiş ya da çıkartılmamıştır. 6 fizik eğitimsi, 2 biyoloji eğitimsi, 1 kimya eğitimsi ve 1 dil bilimci tarafından testler incelenerek, gerekli değişiklikler yapılmış ve son haline getirilmiştir.

### **Verilerin Analizi**

#### ***Çevre Sorunlarını Bilim Dalları ile İlişkilendirme Testi***

Çevre sorunlarını bilim dalları ile ilişkilendirme testinden elde edilen verilerin analizinde betimsel analiz tekniklerinden yüzde ve frekans hesabı kullanılmıştır.

#### ***Kelime İlişkilendirme Testi***

Kelime ilişkilendirme testinin analizinde öncelikle betimsel analiz tekniklerinden yüzde ve frekans hesabı kullanılmıştır. Daha sonra öğretmen adaylarının her bir anahtar kavrama verdikleri cevap kelimeler belirlenerek frekans tablosu hazırlanmıştır. Bu frekans tablolarından yararlanılarak da her bir bölüme ait zihin haritaları çizilmiştir. Araştırmacılar tarafından hazırlanan zihin haritalarının oluşturulmasında “kesme noktası” tekniği kullanılmıştır.

#### ***Çevre Sorunlarını Termodinamik Yasaları ile İlişkilendirme Testi***

Birinci sorunun analizinde frekans analizi ve yüzde hesabı kullanılmıştır. Birinci soru ile bağlantılı olan ikinci soru için de öğretmen adaylarının verdikleri cevaplardan örnekler verilmiştir. Öğretmen adaylarının konu ile ilgili fikirlerini almak üzere hazırlanmış olan üçüncü soru için de verilen cevaplardan örnekler verilmiştir.

## BULGULAR

Bu bölüm üç kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda ÇSBİT'den, ikinci kısımda KİT'den ve üçüncü kısımda ise ÇSTİT'den elde edilen veriler analiz edilerek yorumlanmıştır.

### Çevre Sorunlarını Bilim Dalları ile İlişkilendirme Testinden Elde Edilen Bulgular

Testte yer alan birinci soruya öğretmen adaylarının verdiği cevaplar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Çevre Sorunlarını Bilim Dalları ile İlişkilendirme Testi Birinci Soruya Ait Bulgular

Çevresel Sorun	Frekans	%	Çevresel Sorun	Frekans	%
Hava Kirliliği	151	61.63	Toprak kirliliği	38	15.51
Su kirliliği	113	46.12	Çarpık kentleşme	33	13.46
Küresel ısınma	76	31.02	Bilgisizlik	19	7.75
Gürültü kirliliği	66	26.93	Radyasyon	14	5.71
Atıklar	59	24.08	Kimyasal atıklar	12	4.89
Çevre Kirliliği	51	20.81	Sera etkisi	12	4.89
Ormanların yok edilmesi	39	15.91	Trafik	10	4.08

Tablo 2'de görüldüğü gibi çevresel sorun denildiğinde öğretmen adaylarının en önemli olduğunu düşündükleri çevresel problem "Hava Kirliliği"dir. Hava kirliliğini, su kirliliği, küresel ısınma, gürültü kirliliği ve atıklar izlemektedir. Ayrıca yukarıda listelenen çevresel sorunların dışında 100 farklı çevresel sorun (örn; soba, baca, aşırı tüketim, açlık, bilinçsiz avlanma, trafik işaretlerinin azlığı gibi) söylenmiştir.

Testte yer alan ikinci soruya öğretmen adaylarının verdiği cevaplar Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Çevre Sorunlarını Bilim Dalları ile İlişkilendirme Testi İkinci Soruya Ait Bulgular

Bilim Dalı	Frekans	%	Bilim Dalı	Frekans	%
Biyoloji	218	88.9	Fizik	50	20.41
Kimya	143	58.4	Ekoloji	9	3.67
Yer bilimi (Jeoloji)	53	21.6	Diğer	17	6.94

Tablo 3’de görüldüğü gibi öğretmen adaylarının % 88.9’ü çevre sorunlarını en fazla biyoloji ile ilişkilendirmişlerdir. Bu ilişkilendirmeyi % 58.4’le kimya takip etmektedir. Yer bilimi (% 21.6), fizik (% 20.41) ve ekoloji (% 3.67) ile kurulan ilişkiler biyoloji ve kimyaya göre daha az olmuştur. Ayrıca bu bilim dallarının yanı sıra çeşitli bilim dalları (coğrafya, çevre mühendisliği, sosyoloji, matematik gibi) ile de ilişki kurulmuştur. Bu öğretmen adayları, toplamın % 6.94’ünü oluşturmaktadır.

### Kelime İlişkilendirme Testinden Elde Edilen Bulgular

KİT’den elde edilen bulgular fizik, kimya ve biyoloji öğretmen adayları için ayrı ayrı verilmiştir. Bu çalışmada termodinamik ve çevre eğitimi kitapları incelenerek, sekiz temel kavram (çevre kirliliği, ısı, sıcaklık, enerji, enerji dönüşümü, entropi, iş, küresel ısınma) seçilmiştir.

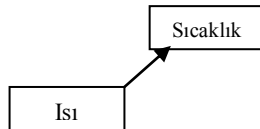
### Fizik Öğretmenliğine Ait Kelime İlişkilendirme Testi Bulguları

Fizik öğretmen adaylarına ait KİT’den elde edilen bulgulardan hazırlanan frekans tablosu Tablo 4’de ve zihin haritası Şekil 1’de verilmiştir.

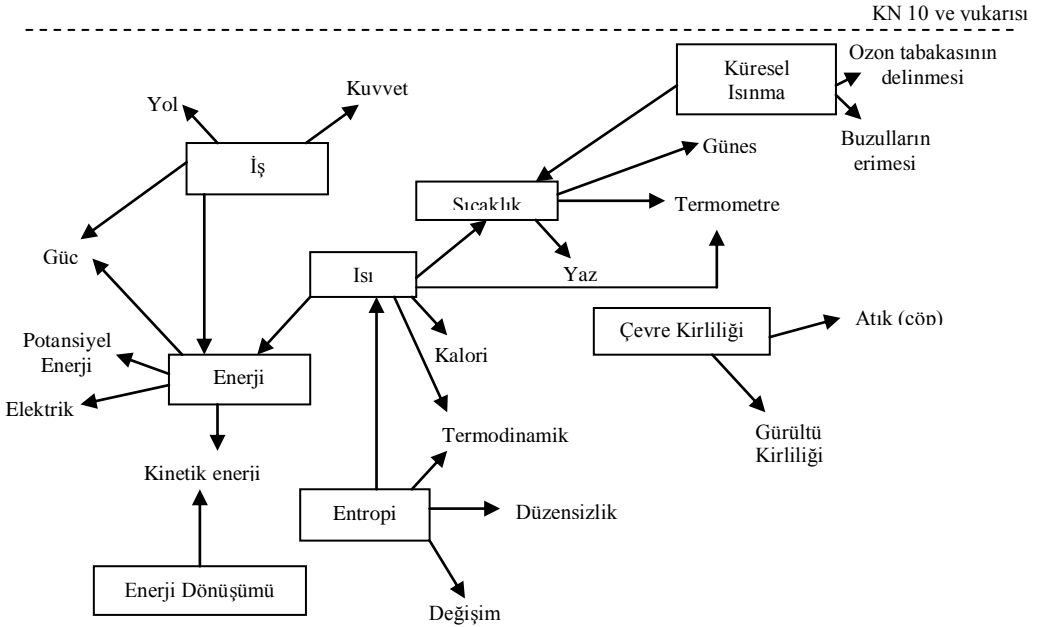
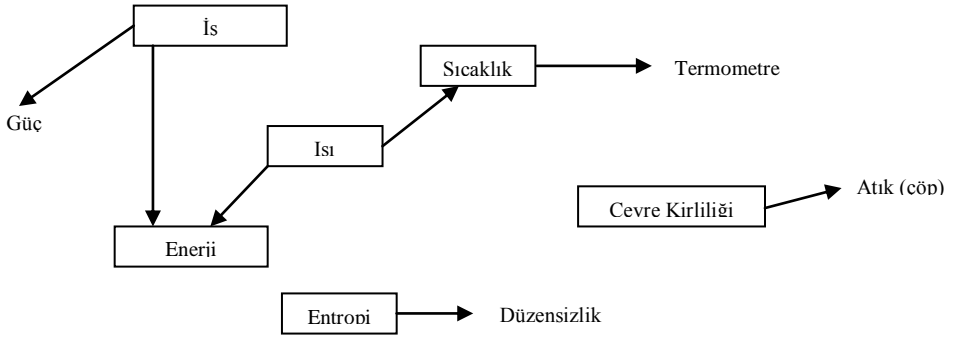
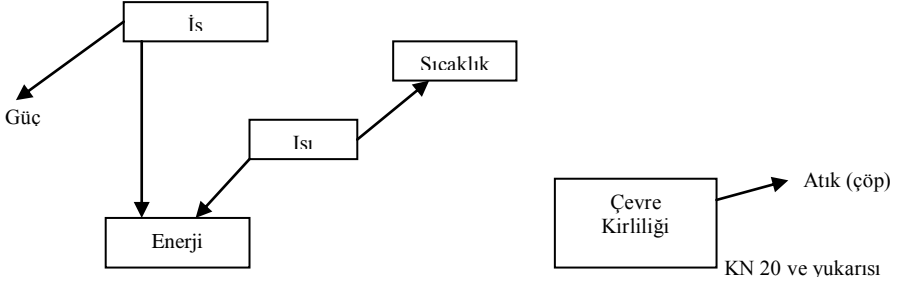
Tablo 4. Fizik Öğretmen Adaylarına Ait Frekans Tablosu

Cevap Kelimeler	Anahtar Kelimeler							
	Çevre Kirliliği	Isı	Enerji	Küresel ısınma	Entropi	Enerji dönüşümü	Sıcaklık	İş
Çevre Kirliliği	--	--	--	5	--	--	--	--
Isı	--	--	15	2	15	3	25	1
Enerji	2	21	--	--	7	1	2	30
Küresel ısınma	1	2	--	--	--	--	--	1
Entropi	--	1	--	--	--	--	--	--
Enerji dönüşümü	--	2	4	--	1	--	--	1
Sıcaklık	--	31	3	11	8	--	--	1
İş	1	1	8	--	--	4	--	--
Güç	--	--	13	--	--	--	--	31
Çöp	40	--	--	--	--	--	--	--
Termometre	--	10	--	--	--	--	20	--
Düzensizlik	--	--	--	--	20	--	--	--
Kinetik enerji	--	--	11	--	--	10	--	--

KN 40 ve yukarısı



Şekil 1. Fizik Öğretmen Adaylarına Ait Zihin Haritası



Şekil 1'n devamı. Fizik Öğretmen Adaylarına Ait Zihin Haritası



Fizik öğretmen adaylarına uygulanan KİT sonucunda elde edilen bulgular ışığında hazırlanan frekans tablosu ve bu tablonun görselleştirilmiş hali olan zihin haritası incelendiğinde verilen anahtar kavramlar arasında kurulan ilişkiler görülmektedir. Bazı kavramlar arasında (örn: ısı-sıcaklık) kuvvetli ilişkiler kurulurken bazı kavramlar arasında (örn: çevre kirliliği-enerji) ilişki kurulamamıştır. Zihin haritasına bakıldığında en fazla ilişkinin “ısı” ve “sıcaklık” kavramları arasında kurulduğu görülmektedir. Frekans tablosuna göre 56 kere bu ilişki kurulmuştur. Ayrıca “iş, güç, enerji” kavramları arasında da ilişki kurulmaktadır.

Çevre kirliliği denildiğinde de öğretmen adaylarının aklına ilk “çöp” gelmektedir. Çevre kirliliğinin “enerji” ya da “enerji dönüşümü” ile herhangi bir ilişkisi kurulamamıştır. Hatta küresel ısınma bile çevre kirliliği ile ilişkilendirilememiştir.

Entropi kavramı yalnızca ısı ile ilişkilendirilirken, enerji ile ilişkilendirilmemiştir. Ayrıca entropi, düzensizlik, değişim ve termodinamik ile ilişkilendirilmiştir. Isı ve sıcaklık kavramlarının ikisi de termometre ile ilişkilendirilmiştir. Sıcaklık termometre ile ölçülürken ısı termometre ile ölçülmemektedir. Bu durum ısının ölçümü ile ilgili yanlış bilginin kazanıldığını göstermektedir.

Zihin haritası incelendiğinde, küresel ısınmanın termodinamiğin temel kavramlarından yalnızca sıcaklık ile ilişkilendirildiği görülmüştür. Çevre kirliliği hiçbir anahtar kavram ile ilişkilendirilmemiştir. Bu durum çevre kirliliği ile termodinamik arasında ilişki kurulmadığını göstermektedir.

### **Kimya Öğretmenliğine Ait Kelime İlişkilendirme Testi Bulguları**

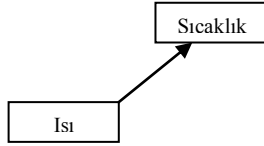
Kimya öğretmen adaylarına ait KİT’den elde edilen bulgulardan hazırlanan frekans tablosu Tablo 5’de ve zihin haritası Şekil 2’de verilmiştir.

Tablo 5. Kimya Öğretmen Adaylarına Ait Frekans Tablosu

Cevap Kelimeler	Anahtar Kelimeler							
	Çevre Kirliliği	Isı	Enerji	Küresel ısınma	Entropi	Enerji dönüşümü	Sıcaklık	İş
Çevre Kirliliği	--	--	--	8	--	--	--	--
Isı	1	--	12	2	4	--	17	1
Enerji	--	17	--	--	8	--	4	23
Küresel ısınma	3	3	--	--	--	--	2	--
Entropi	--	2	3	--	--	1	1	1
Enerji dönüşümü	--	--	--	--	--	--	--	--
Sıcaklık	--	29	2	17	5	1	--	2
İş	--	--	2	--	--	--	--	--

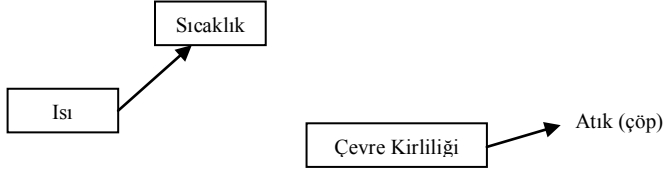
Güç	--	--	10	--	--	--	--	18
Çöp	36	--	--	--	--	--	--	--
Termometre	--	5	--	--	--	--	12	--
Düzensizlik	--	--	--	--	29	--	--	--
Buzulların erimesi	--	--	--	22	--	--	--	--
Hava kirliliği	24	--	--	--	--	--	--	--
Kinetik enerji	--	--	6	--	--	15	--	--
Güneş	--	7	--	--	--	--	10	--
Hava	--	6	--	--	--	--	9	--
Kimyasal enerji	--	--	7	--	--	6	--	--

KN 40 ve yukarısı

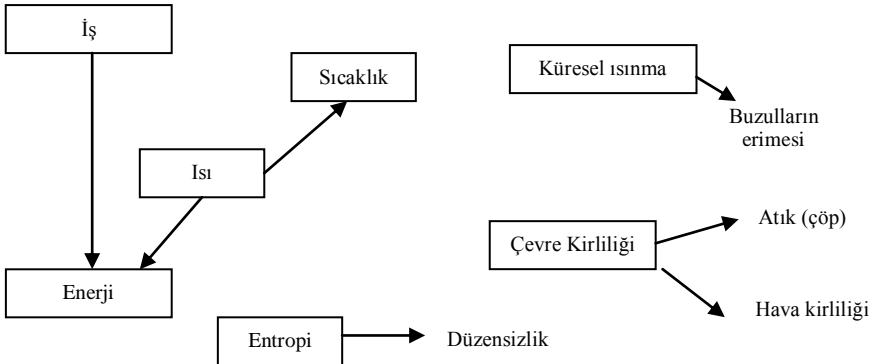


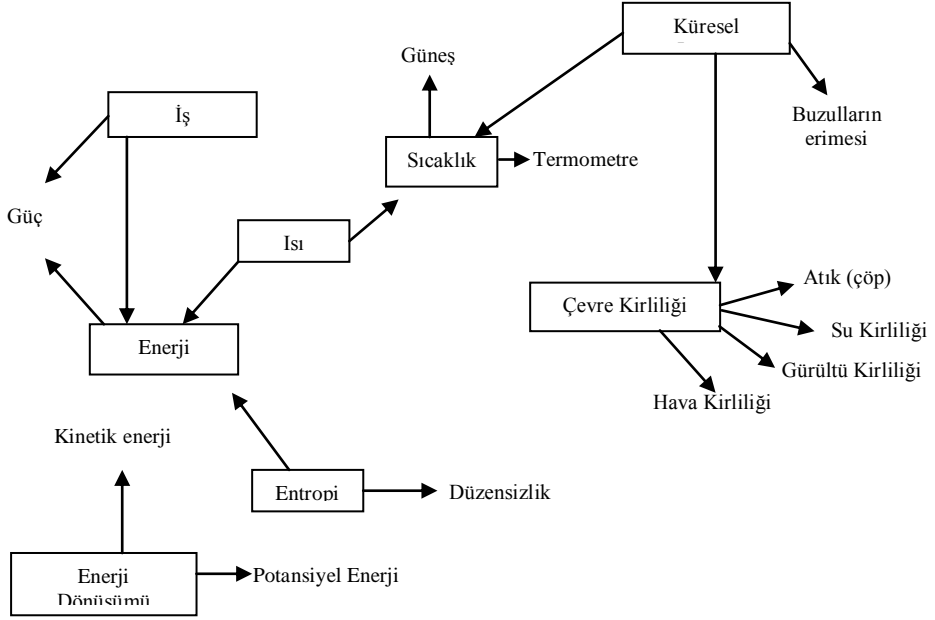
Şekil 2. Kimya Öğretmen Adaylarına Ait Zihin Haritası

KN 30 ve yukarısı



KN 20 ve yukarısı



Şekil 2'nin devamı. *Kimya Öğretmen Adaylarına Ait Zihin Haritası*

Kimya öğretmen adaylarına uygulanan KİT'den elde edilen bulgular ışığında hazırlanan frekans tablosu ve bu tablonun görselleştirilmiş hali olan zihin haritası incelendiğinde verilen anahtar kavramlar arasında kurulan ilişkiler görülmektedir. Bazı kavramlar arasında (örn: ısı-sıcaklık) kuvvetli ilişkiler kurulurken bazı kavramlar arasında (örn: çevre kirliliği-enerji) ilişki kurulamamıştır. Zihin haritasına bakıldığında fizik öğretmen adaylarında olduğu gibi en fazla ilişkinin “ısı” ve “sıcaklık” kavramları arasında kurulduğu görülmektedir. Ayrıca burada da “iş, güç, enerji” kavramları arasında ilişki kurulmaktadır.

Çevre kirliliği denildiğinde de öğretmen adaylarının aklına ilk “çöp” gelmektedir. Daha sonra bu ilişki hava kirliliği, gürültü kirliliği ve su kirliliği ile de kurulmaktadır. Ayrıca kimya öğretmen adayları fizik öğretmen adaylarından farklı olarak küresel ısınma-çevre kirliliği ilişkisini kurmuşlardır. Kurulan bu ilişkiler ÇSBİT testinde yer alan birinci soruya verilen cevaplarla benzerlik göstermektedir. Fakat burada da çevre kirliliğinin “enerji” ya da “enerji dönüşümü” ile ilişkisi kurulamamıştır.

Enerji dönüşümü hiçbir anahtar kavram ile ilişkilendirilememiştir. Yalnızca kinetik enerji ve potansiyel enerji ile ilişkilendirilmiştir. ÇSTİT testinde görülen öğretmen adaylarının enerji dönüşümünü sadece kinetik ve potansiyel enerji ile açıklamaya çalışmaları, sadece iki enerji çeşidi varmış gibi düşünceleri bu durumun bir sonucu olabilir. Entropi kavramı yalnızca enerji anahtar kavramı ile

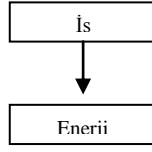
ilişkilendirilmiştir. Ayrıca kimya öğretmenlerinin de entropiyi düzensizlikle ilişkilendirdikleri görülmektedir.

### Biyoloji Öğretmenliğine Ait Kelime İlişkilendirme Testi Bulguları

Öğretmen adaylarına ait KİT'den elde edilen bulgulardan hazırlanan frekans tablosu Tablo 6'de ve zihin haritası Şekil 3'de verilmiştir.

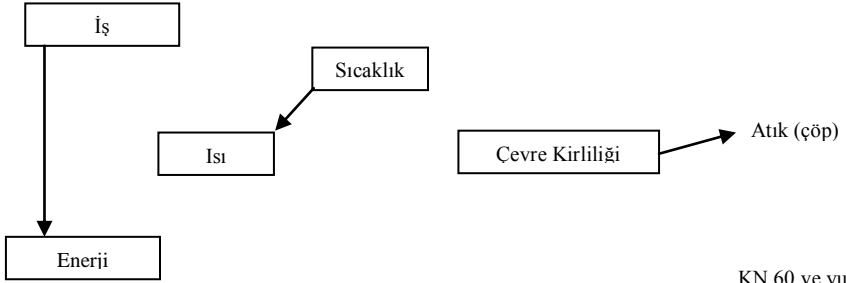
Tablo 6. *Biyoloji Öğretmen Adaylarına Ait Örnek Frekans Tablosu*

Cevap Kelimeler	Anahtar Kelimeler							
	Çevre Kirliliği	Isı	Enerji	Küresel ısınma	Entropi	Enerji dönüşümü	Sıcaklık	İş
Çevre Kirliliği	--	--	--	10	--	--	--	--
Isı	--	--	26	6	29	19	48	2
Enerji	--	27	--	1	25	4	7	60
Küresel ısınma	17	29	--	--	--	--	16	--
Entropi	--	--	--	--	--	1	--	--
Enerji dönüşümü	--	--	4	--	--	--	--	--
Sıcaklık	3	27	3	24	11	4	--	2
İş	--	--	24	--	--	--	--	--
Güç	--	--	34	--	--	--	--	48
Çöp	79	--	--	--	--	--	--	--
Termometre	--	20	--	--	--	--	33	--
Düzensizlik	--	--	--	--	39	--	--	--
Buzulların erimesi	--	--	--	62	--	--	--	--
Hava kirliliği	64	--	--	--	--	--	--	--
Su kirliliği	69	--	--	--	--	--	--	--
Kinetik enerji	--	--	21	--	--	14	--	--
Güneş	--	54	47	11	--	20	58	--
Toprak	41	--	--	--	--	--	--	--
Kimyasal enerji	--	--	11	--	--	13	--	--
Sera etkisi	36	--	--	--	--	--	--	--
İnsan	27	--	--	15	--	--	--	--
Yaşam	--	--	12	--	--	19	--	--
ATP	--	--	30	--	--	15	--	--
Fotosentez	--	--	--	--	--	27	--	--
Fizik	--	11	20	--	18	11	--	20
Kimya	--	--	--	--	27	--	12	--
Ozon tabakası	--	--	--	26	--	--	--	--
Hareket	--	--	21	--	--	--	--	17

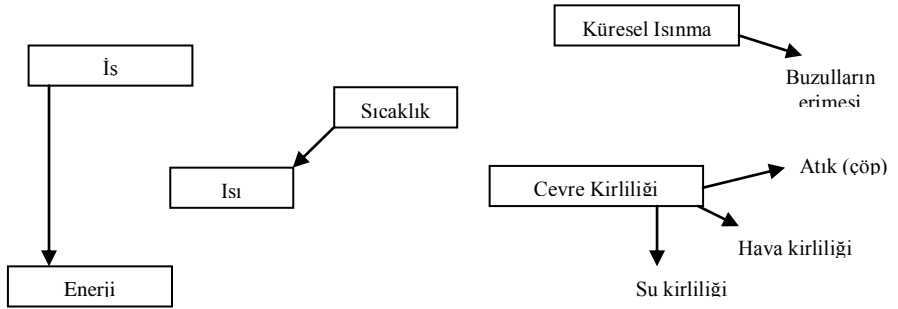


Şekil 3. Biyoloji Öğretmen Adaylarına Ait Zihin Haritası

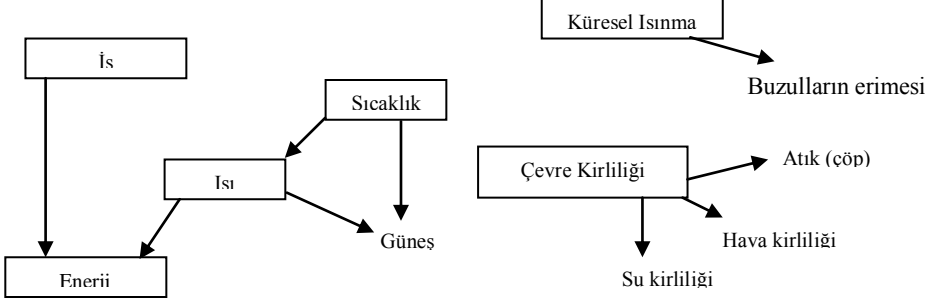
KN 70 ve yukarısı



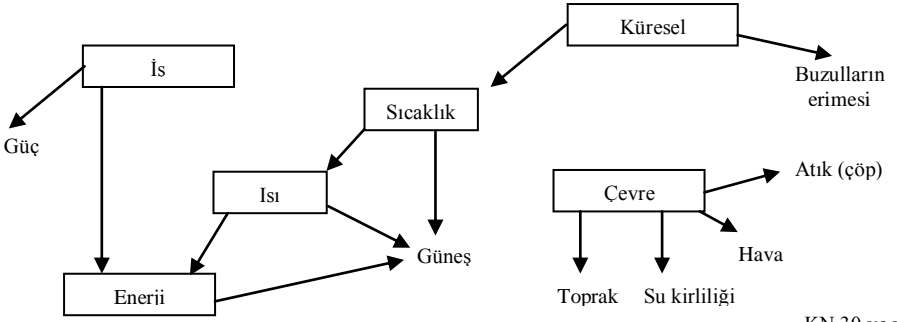
KN 60 ve yukarısı



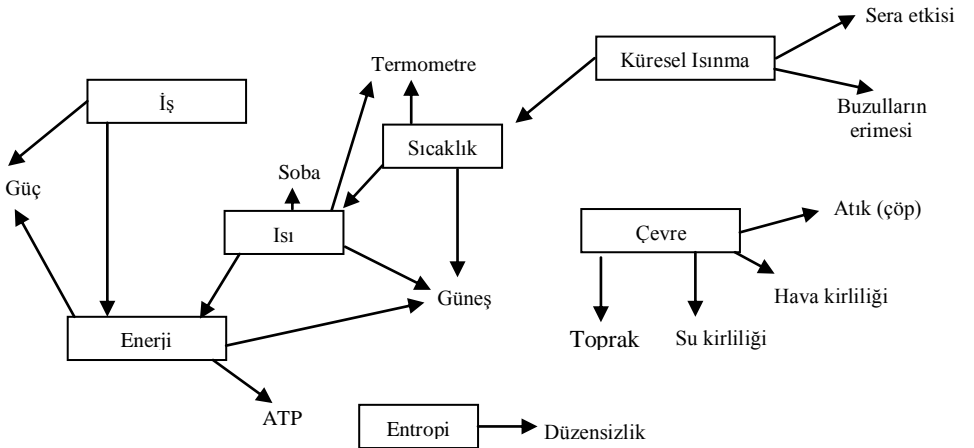
KN 50 ve yukarısı



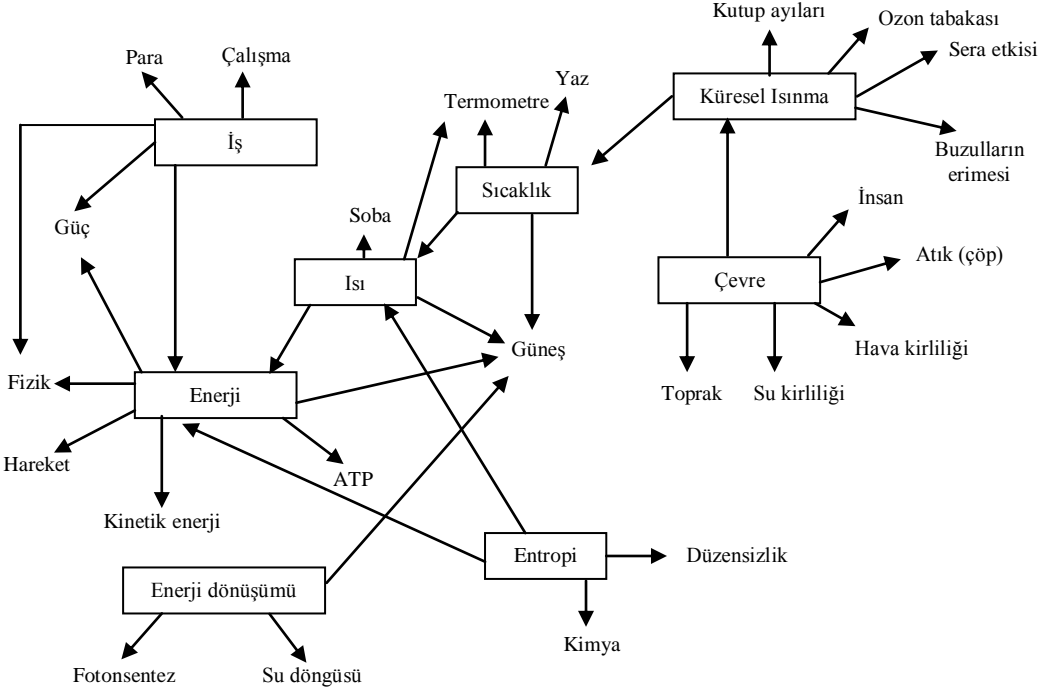
KN 40 ve yukarısı



KN 30 ve yukarısı



KN 20 ve yukarısı

Şekil 3'ün devamı. *Biyoloji Öğretmen Adaylarına Ait Zihin Haritası*

Biyoloji öğretmen adaylarına uygulanan KİT'den elde edilen bulgular ışığında hazırlanan frekans tablosu ve bu tablonun görselleştirilmiş hali olan zihin haritası incelendiğinde verilen anahtar kavramlar arasında kurulan ilişkiler görülmektedir. Bazı kavramlar arasında (örn: iş-enerji) kuvvetli ilişkiler kurulurken bazı kavramlar arasında (örn: çevre kirliliği-enerji) ilişki kurulamamıştır. Biyoloji öğretmen adaylarının sayısının daha fazla olması sebebiyle verilen cevap kelimelerin sayısı ve kurulan ilişkilerin sayısı da fazla çıkmıştır.

Biyoloji öğretmen adaylarının zihin haritası yorumlandığında en fazla ilişkinin “iş” ve “enerji” kavramları arasında kurulduğu görülmektedir. Ayrıca burada da “iş, güç, enerji” ve “ısı, sıcaklık” kavramları arasında ilişki kurulmaktadır.

Çevre kirliliği denildiğinde diğer öğretmen adaylarında olduğu gibi biyoloji öğretmen adaylarının da aklına ilk “çöp” gelmektedir. Daha sonra bu ilişki hava kirliliği, toprak, su kirliliği ve insan ile de kurulmaktadır. Fakat burada da çevre kirliliğinin “enerji” ya da “enerji dönüşümü” ile ilişkisi kurulamamıştır. Sadece küresel ısınma ile sıcaklık kavramı arasında ilişki kurulmuştur.

Entropi kavramı ısı ve enerji ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca biyoloji öğretmenlerinin de entropiyi düzensizlikle ilişkilendirdikleri görülmektedir. Isı ve sıcaklık kavramlarının ikisinin de termometre ile ilişkilendirilmesi burada da görülmektedir. Güneş önemli bir rol oynamaktadır. Çünkü sıcaklık, ısı, enerji ve enerji dönüşümü anahtar kavramlarının dördü de güneş ile ilişkilendirilmiştir.

Biyoloji öğretmen adaylarında diğer bölümlerden farklı olarak “enerji dönüşümü”, su döngüsü ve fotosentez ile ayrıca “enerji”, ATP gibi biyolojik olaylarla ve kavramlarla ilişkilendirilmiştir. Ayrıca zihin haritasında görülmesi de sıcaklık biriminin yazımı ile ilgili yanlışlar yapıldığı belirlenmiştir. Örneğin, 8 öğrenci °C yazarken 6 kişi C° yazmıştır.

### Çevre Sorunlarının Termodinamik Yasaları ile İlişkilendirildiği Sorulara Ait Bulgular

Testte yer alan, termodinamik yasaları ile çevre sorunlarının ilişkilendirildiği sorulara ait bulgular bu kısımda yer almaktadır.

#### Birinci ve İkinci Soruya Ait Bulgular

ÇSTİT’de yer alan birinci soruda Tablo 7’te verilen çevresel sorunların çözümünde hangi termodinamik yasalarının kullanılabileceği öğretmen adaylarına sorulmuştur. İkinci soruda ise neden bu ilişkiyi kurduklarını yazılı olarak ifade etmeleri istenmiştir. Bu sorulardan elde edilen bulgular ve öğretmen adaylarının cevapları Tablo 7’te verilmiştir. Ayrıca fizik, kimya ve biyoloji öğretmen adaylarının termodinamik yasaları ile çevre sorunlarını ilişkilendirmeleri ile ilgili düşüncelerinden örnekler verilmiştir.

Tablo 7. Birinci Soruya Ait Bulgular

Çevresel Sorun	0.yasa				1.yasa				2.yasa				Açıklanamaz			
	Kişi sayısı				Kişi sayısı				Kişi sayısı				Kişi sayısı			
	Fizik öğrt.	Kimya öğrt.	Biyoloji öğrt.	Toplam	Fizik öğrt.	Kimya öğrt.	Biyoloji öğrt.	Toplam	Fizik öğrt.	Kimya öğrt.	Biyoloji öğrt.	Toplam	Fizik öğrt.	Kimya öğrt.	Biyoloji öğrt.	Toplam
Hava kirliliği	3	3	7	13	8	6	23	37	10	8	36	54	22	19	66	107
Ozon tabakasının incelenmesi	1	4	5	10	10	10	24	44	20	19	66	105	11	7	32	50
Nükleer kirlilik	-	4	3	7	15	12	55	82	6	9	21	36	20	12	43	75
Küresel ısınma	11	3	14	28	17	11	25	53	31	32	106	169	1	1	2	4



Buzulların erimesi	16	7	18	<b>41</b>	12	8	8	<b>28</b>	34	36	116	<b>186</b>	1	-	-	<b>1</b>
Su kirliliği	2	3	8	<b>13</b>	7	3	25	<b>35</b>	4	9	25	<b>38</b>	32	21	67	<b>120</b>
Enerji kaynaklarının kullanımı	3	6	15	<b>24</b>	30	23	68	<b>121</b>	11	8	25	<b>44</b>	7	5	21	<b>33</b>
Sera etkisi	10	5	19	<b>34</b>	10	9	24	<b>43</b>	24	20	71	<b>115</b>	4	8	18	<b>30</b>
Mevsim ve sıcaklıkların değişmesi	13	6	20	<b>39</b>	10	11	25	<b>46</b>	25	28	79	<b>132</b>	4	2	8	<b>14</b>
Deniz seviyesinin yükselmesi	7	3	14	<b>24</b>	10	10	20	<b>40</b>	26	25	79	<b>130</b>	9	7	14	<b>30</b>

Tablo 7 incelendiğinde; öğretmen adaylarının bazı çevresel sorunları termodinamik yasaları yardımıyla açıklanabileceğini düşündükleri görülmektedir. Örneğin, küresel ısınma (N=169), buzulların erimesi (N=186), sera etkisi (N=115), mevsim ve sıcaklıkların değişmesi (N=132) ve deniz seviyesinin yükselmesi (N=130), ağırlıklı olarak termodinamiğin ikinci yasası ile ilişkilendirilmiştir. Nükleer kirlilik (N=82) ve enerji kaynaklarının kullanımı (N=121) birinci yasa ile ilişkilendirilirken, sıfıncı yasa ile ağırlıklı olarak ilişkilendirilen bir çevresel sorun yoktur. Ayrıca hava kirliliği (N=107), su kirliliği (N=120) gibi bazı çevresel sorunların da termodinamik yasaları yardımıyla açıklanamayacağına inanılmaktadır.

Termodinamiğin ikinci yasası ile açıklanmaya çalışılan küresel ısınma, genellikle entropi artışı ile ilişkilendirilmiştir. Öğretmen adaylarının büyük kısmı, küresel ısınma sonucunda oluşan sıcaklık artışı sebebiyle entropinin de arttığını söylemektedir. Örneğin F12, B46 ve B76 kodlu öğrencilerin yaptıkları açıklamalar şöyledir:

**F12: Küresel ısınma, güneşten gelen ışınlar gökyüzüne geri yansımamaktadır. Bu durum entropinin artmasına sebep olmaktadır.**

**B46: Küresel ısınma: dünya her geçen gün biraz daha ısınmakta ve çöl olma boyutuna gelmektedir. Termodinamiğin ikinci yasası olan entropi bu durumu şöyle açıklar; ısınan bir madde kendisinden daha soğuk olan maddeye ısıyı verebiliyorsa bu entropidir ve bu durum katı olan maddenin sıvı hale veya kendisinden daha düzensiz bir hale geçmesini sağlıyorsa entropinin artışı anlamına gelir. Entropi bir dengeyse, bence bu denge dünyanın da bir dengesidir ve entropinin değişmesi dünyanın dengesinin de ciddi şekilde tehdit etmektedir.**

**B76: Küresel ısınma ve sera etkisi bunlar termodinamiğin ikinci yasasıyla açıklanabilir. Çünkü yasa mevcut olan enerjiyi aktarmadaki yolları ele alıyor. Isınan dünyamızda çevresel sorunlar nedeniyle enerji aktarımının tam olarak gerçekleştirilemediği için ozon tabakasının**

*incelmesi, sera etkisi, küresel ısınma, deniz seviyesinin yükselmesi gibi sonuçlar doğuruyor.*

Elde edilen veriler ışığında buzulların erimesi ve deniz seviyelerinin yükselmesinin termodinamiğin ikinci yasası ile açıklanabileceğine inanılmaktadır. Küresel ısınmayla bağlantılı olarak gerçekleşen sıcaklık artışı buzulların erimesinin başlıca sebebi olarak düşünülmektedir. Ayrıca hal değişimi sonucunda katıdan sıvıya geçerken gerçekleşen entropi artışı ile de termodinamiğin ikinci yasası ile açıklanabilmektedir. Bu konuda K9, B118 ve F21 kodlu öğretmen adaylarının açıklamaları aşağıda verilmiştir. Ayrıca buzulların erimesi esnasından ısı alışverişinin gerçekleşmesi ve sıcaklığının artması sonucunda hal değişiminin gerçekleşmesi buzulların erimesinde termodinamiğin sıfıncı yasasının da kullanılabileceğini göstermektedir. Bu konuda F19 kodlu öğrencinin açıklaması da aşağıdaki gibidir.

**K9: Buzulların erimesi ikinci yasa ile açıklanabilir.** Entropi artar, buzullar eriyerek sıvı hale geçer ve böylece su seviyeleri artar. Buna bağlı olarak da **deniz seviyeleri yükselir**

**B118: Buzulların erimesiyle meydana gelen hal değişimi sonucu katıdan sıvıya geçiş meydana gelir ve bu da düzensizlik artışına sebep olur, entropi artar. Yani ikinci yasa ile açıklanabilir.**

**F21: Buzulların erimesi ve deniz seviyesinin yükselmesi** bence ikinci yasa ile açıklanabilir. İkinci yasa iki cisim arasındaki sıcaklık farkı nedeniyle ısı alışverişi gerçekleştirdiklerini söylemektedir. Yani deniz suyunun sıcaklığının değişmesiyle buzullar arasında ısı alışverişi olur. Bu da buzulların erimesine sebep oluyor.

**F19: Termal denge bozulur, sıcaklık artar. Dengenin tekrar sağlanabilmesi aşamasında da buzullar erir.** Bu durum sıfıncı yasa ile açıklanabilir.

Çevre sorunlarının büyük kısmı birbiri ile ilişkilidir. Örneğin buzulların erimesinin sebeplerinden biri küresel ısınmadır. Dolayısıyla öğretmen adaylarının bazıları verilen çevresel sorunları tek tek değil, birbirleriyle ilişkisini göz önünde bulundurarak termodinamik ile olan ilişkisini anlatmışlardır (K10, F20, K5).

**K10: Buzulların erimesi katı halden sıvı hale geçmesi bize entropinin arttığını gösterir ve bu termodinamiğin ikinci kanunu ile ilgilidir. Deniz seviyesinin yükselmesi de buzulların eriyip deniz seviyesini yükseltmesi ile ilgilidir. Burada da entropide artış vardır. Aynı şekilde sera etkisinde de sera gazlarının çevreye yayılmasıyla entropide bir artış gözlenir. Bunların toplamı küresel ısınmaya neden olur ve bana göre hepsi termodinamiğin ikinci yasası ile ilgilidir.**

**F20: Küresel ısınma** arttıkça dünyamızdaki hava daha fazla ısınır. Bu ısınma ile soğuk olan **buzullar erimeye** başlar. Termodinamiğin ikinci yasasına göre ısı akışı sıcak cisimden soğuk cisme doğrudur. Yani hava sıcak olduğu için, havadan buzullara doğrudur. Bu yola buzullar erir ve **denizlerdeki su seviyesi yükselmeye** başlar.

**K5: Buzulların erimesi, deniz seviyesinin yükselmesi, mevsim ve sıcaklıkların değişmesi, sera etkisi** bunlar hep küresel ısınmanın neden olduğu sorunlardır. Burada bir enerji dönüşümü gerçekleşir. Dolayısıyla bu süreçlerde termodinamiğin birinci yasası kullanılabilir.

Nükleer kirlilik ve enerji kaynaklarının kullanımı enerji ve enerji korunumu ile ilgili olması sebebiyle genellikle termodinamiğin birinci yasası ile ilişkilendirilmiştir. Bu konuda B42 ve B54 kodlu öğretmen adaylarının açıklamaları şöyledir:

**B42: Nükleer kirlilik, termodinamiğin birinci yasasıyla açıklanabilir.** Çünkü nükleer enerji büyük dönüşümlerle kimyasal enerjiye çevrilir. Bu da doğaya zarar verir.

**B54: Nükleer kirlilik, iç enerjideki değişiklikler sonucu meydana geldiği için birinci yasa ile açıklanabilir.**

Ayrıca tablodan da anlaşıldığı gibi öğretmen adayları, hava kirliliği ve su kirliliği gibi bazı çevresel sorunların termodinamik yasaları ile açıklanamayacağını ifade etmektedir. Örneğin F40, F18 ve F54 kodlu öğretmen adaylarının açıklamaları şöyledir:

**F40: Hava kirliliği tamamen bacalardan ve egzozlardan çıkan dumanlarla alakalıdır.** Burada termodinamik yasalarıyla alakalı bir durum yoktur.

**B18: Hava kirliliği, ikinci yasa ile açıklanabilir, çünkü kirlilik entropi ile ilgilidir.**

**B54: Hava kirliliğinin, ısı enerjisi değişimi, enerji korunumu ve ısı akışıyla hiçbir alakası yoktur. O yüzden açıklanamaz.**

### **Üçüncü Soruya Ait Bulgular**

ÇSTİT'de yer alan “ İnsanlık, içten ve dıştan yanmalı motorlarda benzin gibi yakıtları enerji kaynağı olarak kullanmaktadır. Bu motorlar bir enerji türünü başka bir enerji türüne dönüştürmektedir. Önce bu kaynaklardan ısı enerjisi elde edilmekte sonra ısı enerjisi başka enerji türlerine dönüşmektedir.” Eğer insanlar kaynaklarını ısı enerjisine dönüştürmeye devam ederse gelecekte neler olacağını düşünüyorsunuz? Sorusuna ait öğretmen adaylarının verdikleri cevaplardan örnekler aşağıda verilmiştir.

**F10: Isı enerjisi oranı artarak dünya ısınmaya başlayacaktır.** Bu durum küresel ısınmayı da etkileyecek. Buzulların erimesiyle deniz seviyesi yükselecek bazı yerler sular altında kalacaktır. Bu durum ekolojik dengenin bozulmasına da yol açacaktır.

**F12: Daha fazla çevre kirliliği, daha fazla iklim değişikliği yaratacaktır.** Kaynaklarımız yetersiz kalacak, daha fazla öz kaynak ihtiyacımız olacaktır. Bu da savaş, açlık, sömürgecilik, silah ve siyasal iktidarsızlık doğuracaktır.

**F18: Çevresel sorunlar daha da artacaktır.** Kullanılabilir enerji kaynakları azalacak hatta tükenecektir. Daha çevreci olan enerji kaynaklarına yönelirsek enerji dönüşümlerinden en az zararla kurtulabiliriz.

**F19:** *Isı enerjisi, en düzensiz enerji türüdür ve bazı bilim adamlarının evrenin sonu olarak gördükleri şey de her şeyin bir gün ısıya dönüşeceği'dir.*

**F21:** *Isı enerjisindeki artış, beklenen sıcaklıkları arttırmakta ve yeryüzünün dengesi bozmaktadır. Bir süre sonra küresel ısınma nedeniyle tüm dengelerin değişmesine neden olabilir.*

**F46:** *Isınan hava tüm canlılara zarar verir. Yaşam alanlarını ve bazı canlı türlerini yok eder.*

**B18:** *Kaynaklar tükenir. Yaşam zorlaşabilir. Belli bir zaman sonra döndürmek için kaynak bulunamaz hale gelir.*

Termodinamiğin bütün yasalarını içeren bu soru, ısı ve enerji arasındaki geri dönüşümü olmayan süreç ve enerji sarfıyatı ile ilgilidir. Öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar çoğunlukla doğru olmakla birlikte bu durumun küresel ısınmayla olan ilişkisi de genellikle kurulmuştur. Fakat enerji çeşitlerinin sonunda ısıya dönüşeceğinden bahseden pek olmamıştır.

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Özet olarak bu çalışmada fizik, kimya ve biyoloji öğretmen adaylarından çevre sorunlarını hangi bilim dalları ve termodinamik ile nasıl ilişkilendirdiklerini belirtmeleri istenmiştir. Elde edilen bulgular ve yorumlar incelendiğinde çalışmanın sonuçları şöyle verilebilir:

### Çevre Sorunlarını Bilim Dalları ile İlişkilendirme Testi

Öğretmen adayları tarafından en önemli çevresel problem hava kirliliği olarak ifade edilmiştir. Hava kirliliğini, su kirliliği, küresel ısınma ve gürültü kirliliği takip etmiştir. Hava ve su kirliliğinin ilk başta yer almalarının sebebi, yaşanan çevrede görülen ilk çevresel problemlerin bunlar olması olabilir. Küresel ısınma üçüncü sırada yer alırken evsel atıklar daha sonraki sıralarda yerini bulmuştur. Hâlbuki Şahin ve Gül (2009) tarafından yapılan çalışmada ortaöğretim öğrencileri tarafında Türkiye'deki en ciddi çevresel sorunlar küresel ısınma, hava kirliliği ve evsel atıklar, dünyadaki en ciddi çevresel sorunlar ise küresel ısınma ve terör-savaş-küreselleşme olduğu ifade edilmiştir. Her ne kadar bu çalışma ile bazı yönleri benzerlik gösterse de örnekteki öğretmen adaylarının bakış açılarında bir miktar farklılıklar olduğu da görülmektedir.

Öğretmen adaylarına göre çevresel sorunlarla en fazla ilgilenen alan öncelikle biyoloji olmuştur. Daha sonra bu sıralamayı sırayla kimya, yer bilimi ve fizik takip etmiştir. Tokuya ve arkadaşlarının (2004) lise ve üniversite öğrencileri ile yaptıkları çalışmada ise bu sıralama şu şekildedir: biyoloji, kimya, fizik ve yer bilimi. Görüldüğü gibi bu iki çalışmanın sonuçları genel olarak benzerlik göstermektedir. Sadece bu çalışmada fizik ve yer biliminin sırası yer değişmiştir. Bu durumun sebebi olarak da Japonya ve ülkemizdeki ders müfredatının verilmiş ve/veya işleniş şekli olabileceği gibi kültürel farklılıkların da bunda etken olabileceği düşünülebilir.

### **Kelime İlişkilendirme Testi**

Yapılan kelime ilişkilendirme testi sonucunda her ne kadar anabilim dallarına göre bazı farklılıklar olsa da genel olarak bazı kavramlar arasında (örneğin: ısı-sıcaklık, iş-enerji) kuvvetli ilişkiler kurulurken bazı kavramlar arasında da (örneğin: çevre kirliliği-enerji) herhangi bir ilişki kurulamamıştır. Öğretmen adaylarının, genel olarak termodinamik ile çevre sorunlarını doğrudan birbirleri ile ilişkilendirememelerine rağmen bazı dolaylı ilişkiler (örneğin: Küresel ısınma-ısı- sıcaklık ya da çevre kirliliği- küresel ısınma- sıcaklık gibi) kurulabildikleri de görülmüştür. Bunun durumun sebebi öğretim sistemi veya ders programlarının içeriği olabilir. Öztaş'ın (2005) çalışmasında da öğrencilerin termodinamik yasalarını ekolojik olaylara tam olarak uygulamadıklarını ifade eden bir sonuca varması burada bulunan sonucu desteklediği söylenebilir.

Fizik ve kimya öğretmen adayları en fazla ısı-sıcaklık kavramları arasında ilişki kurarken biyoloji öğretmen adayları ise en fazla ilişkiyi iş ve enerji daha sonra sıcaklık ile ısı kavramları arasında kurmuşlardır. Çevre kirliliği denildiğinde de ise bütün adayların akıllarına ilk gelen çöp (atık) olmuştur. Daha sonra, fizik öğretmen adayları iş-enerji, ısı-enerji, iş-güç ve entropi-düzensizlik arasında; kimya öğretmen adayları sırayla iş-enerji, ısı-enerji, küresel ısınma-buzulların erimesi ve entropi-düzensizlik arasında; biyoloji öğretmen adayları ise sırayla ısı-enerji, küresel ısınma-buzulların erimesi arasında bir ilişki kurulmuştur. Biyoloji öğretmen adayları için en son çizilen (KN 20 ve yukarısı) zihin haritası incelendiğinde ise diğer bölümlerden farklı olarak ATP, fotosentez, su döngüsü gibi biyoloji dersi ile ilgili kavramların ön plana çıktığı görülmüştür. Ayrıca sıcaklık, ısı, enerji ve enerji korunumu kavramları güneş ile ilişkilendirilmiştir. Entropi kavramı da ısı, enerji, kimya ve düzensizlik ile ilişkilendirilmektedir. Fizik, kimya ve biyoloji öğretmen adaylarının ilişkilendirme testinden elde edilen bulgulara göre çizilen zihin haritalarında, bütün öğretmen adaylarının ısı-sıcaklık ve iş-güç-enerji bağlantılarını kurduğu görülmüştür. Buradan da her bir anabilim dalı öğretmen adayının kendi programlarına özgü gördüğü ders içeriklerinden etkilenerek bir ilişkilendirme yaptıkları söylenebilir. Bunun en belirgin farklılığı biyoloji öğretmen adaylarında görülmektedir zira ATP, fotosentez, su döngüsü gibi kavramlar biyoloji dersine ait kavramlardır. Fizik ve kimya öğretmen adaylarının ise ilişkilendirmeleri daha birbirine yakın ve benzerlik göstermektedir.

Diğer bir önemli sonuç ise, ısı ve sıcaklık kavramlarının her üç anabilim dalında da termometre ile ilişkilendirilmesidir. Sıcaklık termometre ile ölçülürken, ısı termometre ile ölçülmemektedir. Bu durum öğretmen adaylarının yanlış bilgilere veya kavram yanlışlarına sahip olabileceklerini gösterebilir çünkü Buluş, Kırıkaya ve Güllü'nün (2008) çalışmalarında öğrencilerin, ısı ve sıcaklığın ne ile ölçüldüğü konusunda problemler yaşadığını ve hangisinin ne ile ölçüldüğünü sıklıkla karıştırdıkları hatta termometrenin hem ısı hem de sıcaklığın ölçülmesinde kullanıldığını ifade etmektedirler.

Yapılan çalışmalar, öğretmen adaylarının termodinamiğin temel kavramları ile ilgili kavram yanılgılarına sahip olduklarını göstermektedir (Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek 2003; Başer ve Çataloğlu 2005; Carlton 2000; Çoban, Aktamış ve Ergin 2007; Harrison, Grayson ve Treagust 1999; Sözbilir 2002). Mesela, entropi kavramı genellikle düzensizlikle anlatılmaktadır. Fakat makro boyuttaki örneklerden yola çıkarak mikro boyutlara genelleme yapılması, entropi kavramının bu şekilde öğrencileri de yanlış düşünce veya yönlere sevk edebilmektedir. Kelime ilişkilendirme testinde de bütün öğretmen adayların entropiyi düzensizlikle ilişkilendirmeleri böyle bir durumun olabileceğini göstermektedir.

Öğretmen adayları, öğrenim gördüğü anabilim dalı ve müfredatından etkilenecek kavramlar arası ilişkiler kurdukları görülmüştür. Örneğin: iş-fizik, enerji-fizik ya da entropi-kimya, entropi-termodinamik gibi. Çevre Sorunlarını Bilim Dalları ile İlişkilendirme Testi (ÇSBİT) ve Kelime İlişkilendirme Testi (KİT) sonuçları karşılaştırıldığında buna benzer durumların ortaya çıktığı da görülmektedir. Mesela, çevre kirliliği buna örnek olarak gösterilebilir. En önemli çevresel sorunun "hava kirliliği" olduğunu düşünen öğretmen adaylarının çoğu, kelime ilişkilendirme testinde de hava kirliliğini seçmelerine rağmen, kelime ilişkilendirme testi sonuçlarına göre öğretmen adaylarının aklına ilk gelen çevresel sorun çöp (atık) olmuştur. Ayrıca, Çevre Sorunlarını Bilim Dalları ile İlişkilendirme Testi (ÇSBİT) sonuçlarına göre öğretmen adaylarının çevre sorunlarını diğer bilim dallarına göre fizik ile daha az ilişkilendirdikleri ifade edilmiştir. Kelime İlişkilendirme Test sonuçları da bu durumu doğrular niteliktedir. Çünkü verilen anahtar kavramlar arasında fizik ile kurulan ilişkiler oldukça azdır. Örneğin, enerji-çevre kirliliği, küresel ısınma-enerji gibi ilişkiler kurulamamıştır. Hâlbuki pek çok çevresel sorunun nedeni termodinamiğin temel kavramları yardımıyla açıklanabilmektedir (Smith 2001).

Çevre Sorunlarını Bilim Dalları ile İlişkilendirme Testinin diğer bir sonucuna göre ise çevre sorunlarının ekoloji ile kurulan ilişkisinin de oldukça gerilerde kalmasıdır. Daha önce de bahsedildiği gibi, kelime ilişkilendirme testinde öğretmen adayları bazı anahtar kavramları bilim dalları ya da ders isimleri ile ilişkilendirirken; (örneğin: iş-fizik, enerji-fizik ya da entropi-kimya, entropi-termodinamik gibi) çevre kirliliği, küresel ısınma ya da verilen cevap kelimelerin hiçbirisi ekoloji ile ilişkilendirilmemiştir. Bu durumun çevre eğitimi ile ilgili birinci sınıftan itibaren çeşitli dersler alan biyoloji öğretmen adaylarında da böyle olması şaşırtıcı bir durumdur. Bu durum öğretmen adaylarının çevre sorunları ve çözümü konusunda ilgilenen dalın ekoloji olduğu konusunda yeterince vurgu yapılmadığı veya yeterince bilgilendirilmediklerinin bir sonucu olabilir.

### **Çevre Sorunlarını Termodinamik Yasaları ile İlişkilendirme Testi**

Termodinamik yasalarının çevre sorunları ile ilişkilendirildiği sorularda öğretmen adaylarının bazı çevresel problemlerin hangi termodinamik yasaları yardımıyla açıklanabileceğini ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının bazı

çevresel sorunların termodinamik yardımıyla açıklanabileceğinin inancındadırlar. Fakat yapılan açıklamalar incelendiğinde gerekli bağlantıların tam olarak kurulamayıp tam olarak doğru açıklamaların yapılmadığı görülmektedir. Termodinamik ile ilgili bilgilerinin yetersiz olması buna sebep olabilir (Öztaş 2005). Bu çevresel sorunlar içerisinde ozon tabakasının incelmeye, küresel ısınma, buzulların erimesi, sera etkisi, deniz seviyesinin yükselmesi, mevsim ve sıcaklıkların değişmesinin termodinamiğin ikinci yasası ile açıklanabileceğini belirtmişlerdir. Buzulların erimesinin entropi artışı ile ilişkilendirilerek yapılan açıklamalar da oldukça fazladır. Öğretmen adayları nükleer kirlilik ve enerji kaynaklarının kirlenmesini termodinamiğin birinci yasası ile açıklanmaya çalışılırken hava kirliliği ve su kirliliğinin bu yasalar yardımıyla açıklanamayacağını düşünmektedirler.

### ÖNERİLER

Termodinamik ile çevre ilişkisinin kurulması ve bu çalışmada elde edilen bazı sonuçlara yönelik olarak şu öneriler yapılabilir:

Araştırmada geliştirilen ölçekler termodinamik ve çevre eğitimi ile ilgili diğer çalışmalarda ve ilgili konuların öğretiminde kullanılabilir. Ayrıca çevre bilincini ya da tutumunu belirlemek için hazırlanan ölçeklerle birliktede kullanılarak, çeşitli karşılaştırmalar da yapılabilir.

Kelime ilişkilendirme testi sonucunda öğretmen adayları en fazla ilişkiyi, ısı-sıcaklık ve iş-güç-enerji kavramları arasında kurmuşlardır. Bu ilişkinin gerçekten bilinerek mi kurulduğu yoksa sadece konu başlığı olarak bir kalıp halinde öyle verildiği için mi akıllarına geldiği araştırmaya değer bir konudur. Ayrıca öğretmen adayları çevre sorunlarını öncelikle biyoloji daha sonra kimya ve yer bilimi ile ilişkilendirmişlerdir. Bu durumun sebebi görüşmeler yapılarak araştırılabilir.

Yapılan çalışmada öğretmen adaylarının farklı alanlar arasında ilişki kurmakta zorlandıkları görülmüştür. Örneğin fizik öğretmenliği öğrencileri termodinamik eğitimi almalarına rağmen herhangi bir yasanın günlük bir olaya uygulamakta zorlanmışlardır. Bu sebepten dolayı biyofizik, fizikokimya ve biyokimya gibi temel bilim dalları arasında ilişki kuran derslerin üniversitelerin programlarında yer almasının bu sorunun giderilmesine yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Çevre eğitimi dersleri bütün bölümlerde verilmelidir fakat dersin içeriği her bölüm için ayrı ayrı hazırlanmalıdır. Örneğin fizik öğretmenliği öğrencileri için fizik temelli ama aynı zamanda bütün bilim dalları ile ilişkili, kimya öğrencileri için kimya temelli ama gene bütün bilim dalları ile ilişkili bir program yapılmalıdır. Örneğin, özellikle fizik ile ilgili bölümlerde çevre sorunları ile termodinamik ilişkisinin temel alındığı bir çevre eğitimi ders planı verilebilir. Ayrıca çevresel olaylar ve sorunlar sadece biyoloji ile ilişkilendirilmemelidir. Ekoloji biliminin bütün bilim dalları ile birlikte değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Aydoğan, S., Güneş, B. & Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve sıcaklık konusunda kavram yanılgıları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 23(2), 111-124.
- Başer, M. & Çataloğlu, E. (2005). Kavram değişimi yöntemine dayalı öğretimin öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusundaki yanlış kavramları'nın giderilmesindeki etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 29, 43-52.
- Buluş, Kırıkkaya, E. & Güllü, D. (2008). Fifth grade student's misconceptions about heat-temperature and evaporation-boiling. *İlköğretim Online*. 7 (1), 15-27.
- Carlton, K. (2000). Teaching about heat and temperature. *Physics Education*, 35 (2), 101-105.
- Çoban, G. Ü., Aktamış, H. & Ergin, Ö. (2007). İlköğretim 8.sınıf öğrencilerinin enerjiyle ilgili görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*. 15 (1), 175-184.
- Çepel, N. (2008). *Ekolojik sorunlar ve çözümleri* (3. Baskı), Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları.
- Erol, G. H. & Gezer, K. (2006). Prospective of elementary school teachers' attitudes toward environment and environmental problems. *International Journal of Environmental and Science Education*. 1 (1), 65-77.
- Gökmen, S. (2007). *Genel ekoloji* (1.Basım). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Gülay, H. & Ekici, G. (2010). MEB Okul Öncesi Eğitim Programının Çevre Eğitimi Açısından Analizi. *Journal of Turkish Science Education*. 7 (1), 74-84.
- Harrison, A. G., Grayson, D. J. & Treagust, D. F. (1999). Investigating a grade 11 student's evolving conceptions of heat and temperature. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (1), 55-78.
- Kaptan, S. (1973). *Bilimsel araştırma teknikleri*. Ankara: Rehber Yayınevi.
- Karasar, N. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemi* (18.Baskı), Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Kocataş, A. (2003). *Ekoloji-Çevre Biyolojisi* (8. Baskı), İzmir: Ege Üniversitesi Basım Evi.
- Mansson, B. A. & McGlade, J. M. (1993). Ecology, thermodynamics and H.T. Odum's conjectures. *Oecologia*, 93, 582-596.
- Nesic, L. & Raos, M. (2006). Ecophysics and education. *Physics, Chemistry and Technology*. 4 (1), 101-112.
- Öztaş, F. (2005). Lise 9. sınıf öğrencilerinin madde döngüsü ve enerji akışı ile ilgili görüşlerinin saptanmasına yönelik bir araştırma. *Kastamonu Eğitim Dergisi*. 13 (2), 381-390.
- Sözbilir, M. (2002). Turkish chemistry undergraduate students' misunderstandings of gibbs free energy. *U. Chem. Ed*. 6, 73-83.
- Smith, C. (2001). *Environmental physics, routledge introductions to environment series* (2. Edition). London and New York.
- Svirezhev, Y. M. (2000). Thermodynamics and ecology. *Ecological Modelling*, 132, 11-22.
- Şahin, K. & Gül, S. (2009). Ortaöğretim öğrencilerinin çevre bilgisi, davranışı ve duyarlılıklarının araştırılması: samsun örneği. *Kastamonu Eğitim Dergisi*. 17(2), 541-556.
- Tokuya, I., Yamamoto, G. & Takashi, S. (2004). How Do Students Understand and Environmental Issues in Relation to Physics in Teaching and Learning of Physics in Cultural Contexts. (World Scientific Publication), Ed. Yunebae Park.
- Uzun, N., (2007). Ortaöğretim öğrencilerinin çevreye yönelik bilgi ve tutumları üzerine bir çalışma, Yayınlanmamış doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi.
- Uzunoglu, S. (1994). Çevre Problemlerine Farklı Bir Bakış. *Ekoloji*, 12, 4-7.



- Ünal, S. & Dımışkı, E. (1999). UNESCO-UNEP himayesinde çevre eğitiminin gelişimi ve Türkiye’de ortaöğretim çevre eğitimi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 16 (17), 142-154.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2006). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (5. Baskı), Ankara: Seçkin Yayıncılık.

## SUMMARY

Parallel to the rise of industrialization movements of the 19<sup>th</sup> century, the increasing technological developments and population boom introduced alongside environmental issues. Having already reached to an alarming level in the twentieth century, environmental problems are increasing ever more in present day. Unplanned urbanization, global warming, disturbance in ecological balance, depletion in ozone layer, greenhouse effect and gradual disappearance of plant and animal species are the leading environmental problems of today.

In providing solutions to the global problems of present day, the gravity of ecology and environment-related fields is increasing more. Ecology is an interdisciplinary field of science in cooperation with all other fields of sciences; biology, physics and chemistry in particular hence environmental problems can only be overcome through a multi-dimensional outlook to the problems (Gökmen, 2007).

The purpose of present research is to detect the kind of relationship prospective teachers establish between environmental problems and science fields and to determine the way they establish associations with a sub-branch of physics; thermodynamics. Parallel to this objective, below given questions have been sought for answers:

1. What environmental problems are deemed to be critical by prospective teachers and with which branches of science most do they associate these problems?
2. How do prospective teachers establish association amidst certain concepts (heat, temperature, energy, work, global warming, environmental pollution, entropy and energy transformation) covered in thermodynamics and environmental education courses? How do the associations established amidst these concepts vary with respect to prospective teachers of physics, chemistry and biology?
3. What kind of relationship do prospective teachers establish between environmental problems and laws of thermodynamics? Which environmental problems they believe can be explicable or non-explicable by laws of thermodynamics?

Sampling of this research which employs descriptive scanning model consists of 245 prospective teachers attending Balıkesir University, Necatibey Faculty of Education during the academic year 2009-2010. Data of present research have been gathered via Association Test of Environmental Problems with Science Fields, Word Association Test and via Association Test of Environmental Problems with Laws of Thermodynamics developed by researcher.

According to the findings obtained from Association Test of Environmental Problems with Science Fields, prospective teachers deem that air pollution is the most critical environmental problem which is followed by water pollution, global

warming and noise pollution. The rendered answers indicate that the science field that was given the biggest importance has been biology. The subsequent branches have been chemistry, earth science and physics.

The findings gathered from Word Association Test indicate that regardless of minor differences with respect to different sciences, the general trend is that there are strong associations between certain concepts (such as heat-temperature, work-energy) while no association between some concepts (such as environmental pollution-energy). It has also been detected that although prospective teachers generally failed to establish direct association between thermodynamics and environmental problems, they could still build some indirect associations (for instance global warming- heat-temperature or environmental pollution – global warming- temperature). Prospective teachers from physics and chemistry departments were inclined to establish the greatest connection between heat-temperature whereas prospective teachers of biology department were keen on establishing the strongest association between work and energy that was followed by the association between temperature and heat concepts.

As manifested by the findings gathered from Association Test of Environmental Problems with Laws of Thermodynamics, prospective teachers stated that amongst the given environmental problems, depletion in ozone layer, global warming, melting of icebergs, greenhouse effect, rise of sea level as well as changes in climate and temperature can be explicable via second law of thermodynamics. There are a good number of explanations that associate melting of icebergs with entropy rise. Prospective teachers attempted to explain nuclear pollution and energy resources' pollution with the first law of thermodynamics but they believe air pollution and water pollution cannot be explained by means of these laws.

In the light of obtained findings from the present research, the kind of environmental problems prospective teachers deem to be significant (air pollution, water pollution, global warming, noise pollution...) and which science fields they establish connection with (biology, chemistry, geology, physics...) have been determined. It has been detected that the connection established with ecology science which is basically the main branch related to environmental problems is negligible. This finding is a demonstration of the insufficient knowledge level of prospective teachers.

In questions which associate laws of thermodynamics with environmental problems prospective teachers claimed that certain environmental problems can be explained by means of thermodynamics laws. Prospective teachers hold the belief that some environmental problems are explicable by thermodynamics laws. However the explanations rendered by prospective teachers indicate that the required connections are missing and explanations are not reflecting truth totally.

Restricted with the borders of Necatibey Faculty of Education, this study only includes prospective teachers of physics, chemistry and biology. In future studies different samplings from different universities and departments could be analyzed or project studies could be organized with different universities. Furthermore obtained findings could be supported via different data gathering tools such as surveys.

Although physics is the most basic natural science, prospective teachers have associated environmental problems first with biology then with chemistry and earth science and this tendency can be researched in the further analysis.

At the end of word association test, prospective teachers established the most frequent association amidst heat-temperature and work-power-energy concepts. It is worth a deeper analysis whether this association was established consciously or it simply occurred to students since they were already patterned as a topic.

The study hereby demonstrated that prospective teachers face difficulty in establishing association between dissimilar fields. To illustrate, students from physics teaching department have had a hard time in practicing any given thermodynamic law in real life despite the theoretic thermodynamic course they received. On that account it is suggested that in coping with this problem, integration of courses which establish association with basic sciences such as biophysics, physicochemistry and biochemistry into university curriculum would prove to be useful.

Environmental education course should be added into all departments' schedules but course-content needs to be prepared individually for each department. To illustrate, for physics teaching department students a physics-based program but also interrelated to all sciences, for chemistry teaching department students a chemistry-based program but also interrelated to all sciences must be developed. Particularly in physics-centered departments, an environmental education course plan which mainly focuses on the association between environmental problems and thermodynamics can be provided. Besides, environmental issues and problems should not be limited to biology-centered causes. The necessity of analyzing science of ecology with all sciences should be underlined.