

E1

YÜKSEKÖĞRETİM KURUMLARI TARAFINDAN DESTEKLİ BİLİMSEL ARASTIRMA PROJESİ

Proje kodu: 04/2010-03

Proje Adı: Probleme Dayalı Öğrenmenin Isı ve Sıcaklık Konusundaki Kavramların Öğrenilmesine Etkisi Üzerine Bir Durum Çalışması

Projenin yapıldığı tarih aralığı: 01/06/2010 - 26/01/2012

Proje bütçesi: 9.000 TL

Proje Ekibi

Yürütücü: TAN, MUSTAFA

Araştırmacı: KIZILCIK, HASAN ŞAHİN

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ
BAŞVURU FORMU
KONTROL LİSTESİ**

PROJE ADI : Probleme Dayalı Öğrenmenin Isı ve Sıcaklık Konusundaki Kavramların Öğrenilmesine Etkisi Üzerine Bir Durum Çalışması

- (✓) 1.1. Proje Yöneticisine ilişkin bilgiler belirtildi.
- (✓) 1.2. Projedeki diğer elemanların bilgileri belirtildi.
- (✓) 1.3. Projenin Adı yazıldı.
- (✓) 1.4. Projenin türü belirtildi.
- (✓) 1.5. Projenin süresi belirtildi.
- () 1.6. Üniversite dışından destekleyen diğer kuruluşlar belirtildi (varsa).
- (✓) 1.7.1 Bütçe detayı yazıldı.
- (✓) 1.7.2 Bütçe icmalı yazıldı.
- (✓) 1.7.3 Projeye ilişkin gerekli malzemelerin ayrıntılı gider listesi dolduruldu.
- (✓) 2.1. Projenin amacı ve önemi belirtildi.
- (✓) 2.2. Araç, gereç ihtiyacı ve yöntemler hakkında ayrıntılı bilgi verildi.
- () 2.3. Araştırma ekibinin daha önce yaptığı çalışmalara ilişkin belgeler eklendi.
- (✓) 2.4. Araştırma olanakları hakkında bilgi verildi.
- (✓) 2.5. (1) Talep edilen makine teçhizatın hangi amaçla kullanılacağı belirtildi.
- (✓) 2.5. (2) Talep edilen makine teçhizatın kullanımına ilişkin bilgi verildi.
- (✓) 2.5. (3) İstenilen cihazın mevcut durumuna ilişkin bilgi verildi.
- () 2.5. (4) Projenin tamamlanmasından sonra cihazın değerlendirilme şekli belirtildi.
- (✓) 2.5. (5) Cihazın teknik özelliklerine ilişkin ayrıntılı bilgiler verildi.
- () 2.5. (6) Cihazın tahmini fiyatına ilişkin fatura eklendi.
- (✓) 3.1. Proje ile ilgili olarak yapılan çalışmalar, araştırmanın bunlar arasındaki yeri belirtildi ve çalışmalara ilişkin referans listesi verildi.
- () 3.2. Daha önce araştırma yapılmış ise bu çalışmalarla ilgili bilgi verildi.
- (✓) 3.3. Çalışmaları gösteren bir uygulama planı verildi.
- (✓) 3.4. Araştırma giderlerinin gerekçeli dökümü verildi.
- (✓) 3.5. Önerilen projenin Türkçe ve bir yabancı dilden ismi ve özeti verildi.
- (✓) 3.6. Türkçe ve İngilizce olarak proje konusu ile ilgili anahtar kelimeler verildi.
- (✓) 3.7. Gerekğinde hakem olarak yararlanılmak üzere en az ikisi Gazi Üniversitesi haricinden olmak üzere, proje konusu ile ilgili 3 uzman hakemin isim, adres, telefon ve e-posta adresleri belirtildi.
- () 3.8. Deney hayvanı veya klinik çalışmalar için gerekli Etik Kurul onay belgesi sunuldu.
- () 3.9. Yüksek lisans, doktora veya uzmanlık tezi olarak onaylandığının resmi belgesi sunuldu.
- (✓) 3.10. Araştırmacıların özgeçmiş ve konu ile ilgili başlıca yayınlarının listesi sunuldu.
- (✓) 3.11. Proje Yöneticisinin Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenen diğer projeleri belirtildi.

Proje Yöneticisinin

Unvanı, Adı Soyadı: PROF.DR. MUSTAFA TAN
Fakülte/Y.Okulu: Gazi Eğitim Fakültesi
Tarih:
İmza:

Form-1

Proje Kod:

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJESİ
BAŞVURU FORMU**

PROJEYE İLİŞKİN İMZALAR

GÖREVİ	UNVANI,ADI SOYADI	TARİH	İMZA
PROJE YÖNETİCİSİ	PROF.DR. MUSTAFA TAN		
BÖLÜM / A.D BAŞKANI			
DEKAN / MÜDÜR			

1. GENEL BİLGİLER

1.1.PROJE YÖNETİCİSİ

Unvanı, Adı ve Soyadı :	PROF.DR. MUSTAFA TAN
Bölümü :	Fizik Öğretmenliği
Fakülte, Enstitü veya Yüksekokulu :	Gazi Eğitim Fakültesi
Ev Adresi:	KIZILCAŞAR MAH. AYDINLAR SİTESİ AKASYA SOKAK NO 6
Ev Tel No:	4891415
Belgegeçer No:	
e-posta adresi:	mtan@gazi.edu.tr
İş Tel No:	2126470

1.2 PROJEDEKİ DİĞER ELEMANLAR

Unvanı, Adı ve Soyadı	Fakülte / Enstitü / Yüksekokulu	Bölüm/AD	Projedeki Görevi
ARS.GÖR. HASAN ŞAHİN KIZILCIK	Gazi Eğitim Fakültesi	Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi	Araştırmacı

1.3 PROJENİN ADI

Probleme Dayalı Öğrenmenin Isı ve Sıcaklık Konusundaki Kavramların Öğrenilmesine Etkisi Üzerine Bir Durum Çalışması

1.4 PROJENİN TÜRÜ

	a) Bağımsız Proje
X	Bilimsel Araştırma Projesi (BAP)
	Kapsamlı Proje
	b) Sanayi İşbirliği Projeleri
	c) Lisansüstü Tez Projeleri
	Yüksek Lisans
	Doktora
	Tıpta Uzmanlık
	d) Çok Disiplinli Araştırma Projeleri

1.5 PROJENİN SÜRESİ

Projenin	Teklif(Yönetici)	Teklif(Uzmanlar Gr.)	Kabul(Bap Komisyonu)
Süresi	24		

1.6 PROJEYİ ÜNİVERSİTE DIŞINDAN DESTEKLEYEN DİĞER KURULUŞLAR

Destek Sağlayan Kuruluşun Adı	Destek Miktarı
Toplam	0

1.7 PROJE BÜTÇESİ

1.7.1 BÜTÇE DETAYI

ANALİTİK BÜTÇE KODU				EKONOMİK SINIFLANDIRMA	PROJE YÖNETİCİSİ			UZMANLAR GRUBU			BAP KOMİSYONU		
I	II	III	IV		1. YIL	2. YIL	TOPLAM	1. YIL	2. YIL	TOPLAM	1. YIL	2. YIL	TOPLAM
03	2			TÜKETİME YÖNELİK MAL VE MALZEME AL	250	250	500						
		1		Kırtasiye ve Büro Malz. Alımları	250	250	500						
			01	Kırtasiye Alımları	250	250	500						
			02	Büro Malzemesi Alımları									
			04	Diğer Yayın Alımları									
			05	Baskı ve Cilt Giderleri									
			90	Diğer Kırt. & Büro Malz. Alımları									
		3		Enerji Alımları									
			02	Akaryakıt ve Yağ Alımları									
		4		Yiyecek İçecek ve Yem Al.									
			03	Yem Alımları									
		6		Özel Malzeme Alımları									
			01	Lab. Malzemesi ile Kimyevi ve Temrinlik Malzeme Alımları									
			03	Zirai Malzeme ve İlaç Alımları									
			04	Canlı Hayvan Alım, Bakım									
			90	Diğer Özel Malz. Alımları									
		9		Diğer Tüketim Mal ve Malzemesi Alımları									
			01	Bahçe Malz. Yap.Bak. Giderleri									
			90	Diğer Tük. Mal-Mlz Alımları									
03	3			YOLLUKLAR	2.500	500	3.000						

1.7.1 BÜTÇE DETAYI

ANALİTİK BÜTÇE KODU				EKONOMİK SINIFLANDIRMA	PROJE YÖNETİCİSİ			UZMANLAR GRUBU			BAP KOMİSYONU		
I	II	III	IV		1. YIL	2. YIL	TOPLAM	1. YIL	2. YIL	TOPLAM	1. YIL	2. YIL	TOPLAM
		1		Yurtiçi Geç. Gör.Yollukları	500	500	1.000						
			01	Yurtiçi Geç.Gör.Yollukları	500	500	1.000						
		3		Yurtdışı Geç.Gör.Yollukları	2.000		2.000						
			01	Yurtdışı Geç.Gör.Yollukları	2.000		2.000						
03	5			HİZMET ALIMLARI									
		1		Müşavir Firma ve Kişi Ödeme.									
			01	Etüt-Proje Bilirkişi Ekspertiz Gd.									
			05	Harita Yapım ve Alım Giderleri									
			90	Diğer Müşavir Firma-Kişilere Öd.									
		2		Haberleşme Giderleri									
			01	Posta ve Haberleşme Giderleri									
			02	Telefon Abonelik-Kullanım Ücr.									
		4		Tarifeye Bağlı Ödemeler									
			01	İlan Giderleri									
		5		Kiralar									
			01	Dayanıklı Mal ve Malzeme Alım.									
			02	Taşıt Kiralaması Giderleri									
			03	İş Makinesi Kiralaması Giderleri									
			08	Yüzer Taşıt Kiralaması Giderleri									
			10	Bilgisayar ve Bilg.Sist.Yazılım Kiralama Giderleri									
		9		Diğer Hizmet Alımları									
			03	Kurslara Katılma Giderleri									
			90	Diğer Hizmet Alımları									
03	7			MENKUL MAL, GAYRİMADDİ HAK ALIM BAKIM VE ONARIM GİDER.									
		1		Menkul Mal Alım Giderleri									
			01	Büro,İşyeri Mal ve Malz.Alıml.									
			02	Büro,İşyeri Mak.ve Teçh.Alıml.									
			03	Avadanlık,Yedek Parça Alımları									
			90	Diğer Dayanıklı Mal.-Mlz.Alıml.									
		2		Gayri Maddi Hak Alımları									
			01	Bilgisayar Yazılım Alımları									
			02	Fikri Hak Alımları									
		3		Bakım ve Onarım Giderleri									
			02	Makine Teçhizat Bakım On.Gid.									
06	1			MAMUL MAL ALIMLARI	5.500		5.500						
		2		Büro,İşyeri Mak-Teçh.Alımları	5.500		5.500						
			01	Büro Makineleri Alımları	2.500		2.500						
			02	Bilgisayar Alımları	3.000		3.000						
			03	Tıbbi Cihaz Alımları									
			04	Laboratuar Cihazı Alımları									
			90	Diğer Makine Teçhizat Alımları									
06	3			GAYRİ MADDİ HAK ALIMLARI									
		4		Patent Alımları									

1.7.1 BÜTÇE DETAYI

ANALİTİK BÜTÇE KODU				EKONOMİK SINIFLANDIRMA	PROJE YÖNETİCİSİ			UZMANLAR GRUBU			BAP KOMİSYONU		
I	II	III	IV		1. YIL	2. YIL	TOPLAM	1. YIL	2. YIL	TOPLAM	1. YIL	2. YIL	TOPLAM
			01	Patent Alımları									

1.7.2 BÜTÇE İÇMALI

ANALİTİK BÜTÇE KODU				EKONOMİK SINIFLANDIRMA	PROJE YÖNETİCİSİ			UZMANLAR GRUBU			BAP KOMİSYONU		
I	II	III	IV		1. YIL	2. YIL	TOPLAM	1. YIL	2. YIL	TOPLAM	1. YIL	2. YIL	TOPLAM
03-2				TÜKETİME YÖNELİK MAL VE MALZEME AL	250	250	500						
03-3				YOLLUKLAR	2.500	500	3.000						
03-5				HİZMET ALIMLARI									
03-7				MENKUL MAL, GAYRIMADDİ HAK ALIM BAKIM VE ONARIM GİDER.									
06-1				MAMUL MAL ALIMLARI	5.500		5.500						
06-3				GAYRİ MADDİ HAK ALIMLARI									
				GENEL TOPLAM	8.250	750	9.000	0	0	0	0	0	0

1.7.3 AYRINTILI GİDER LİSTESİ

Sıra No	Malzeme Adı	Malzeme Miktarı	Malzeme Ölçü Birimi	Tahmini Bedeli		Analitik Bütçe Kodu
				Birim Fiyatı	Toplam Fiyatı	
1	Çeşitli Kırtasiye Alımı	1	250	250	250	03.2.1.01
2	Çeşitli Kırtasiye Alımı	1	250	250	250	03.2.1.01
3	Yurtiçi Geç. Gör. Yollukları	1	500	500	500	03.3.1.01
4	Yurtiçi Geç. Gör. Yollukları	1	500	500	500	03.3.1.01
5	Yurtdışı Geç. Gör. Yollukları	1	2000	2.000	2.000	03.3.3.01
6	Lazer Yazıcı-Tarayıcı-Fotokopi Makinesi (All in One)	1	500	500	500	06.1.2.01
7	Dijital Video Kamera	1	1000	1.000	1.000	06.1.2.01
8	Ses Kayıt Cihazı	1	500	500	500	06.1.2.01
9	Taşınabilir USB Harddisk (1 TB)	1	500	500	500	06.1.2.01
10	Masaüstü Bilgisayar	1	3000	3.000	3.000	06.1.2.02

1.8. PROJE YÖNETİCİSİNİN GAZİ ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ TARAFINDAN DESTEKLENEN DİĞER PROJELERİ

NO	PROJE KODU	PROJE İSMİ	SÜRE	BÜTÇESİ	EK BÜTÇE	PROJE İLE İLGİLİ YAYINLAR

2. PROJE HAKKINDA BİLGİLER

2.1. Projenin Amacı ve Önemi:

Öğrenme süreci hakkındaki, yani öğrenmenin nasıl gerçekleştiği konusundaki bilgiler, bilişsel psikolojideki çalışmalarla sağlanmaktadır (Greca & Moreira, 2000). Bilişsel alanda yapılan araştırmalar, öğrenme sürecine aktif olarak katılan öğrencilerin daha iyi öğrendiklerini göstermektedir (Haris & diğerleri, 2001). Bu çalışmalar ışığında geçmişteki öğretmen merkezli yaklaşımların, öğrencinin pasif olması gerektiğini düşünen bu çıkmazı; eğitim anlayışını, öğrenci merkezli, öğrencinin de direkt ve aktif olarak eğitime katıldığı yeni bir yaklaşıma götürmüştür. Bu yeni ve çağdaş eğitim anlayışına göre, öğrenme sürecinin ana elemanı öğretmen değil, öğrencidir (Taşkesengil & diğerleri, 2008).

Öğretmen merkezli olarak yürütülen geleneksel öğretim anlayışı, bütün öğrencilerin aynı yeterliklere sahip olduğu varsayımıyla hareket etmektedir. Hâlbuki günümüzde öğrenciler arasında kültürel, bireysel ve çevresel farklılıklar geçmişe göre çok daha fazladır (Spainer, 2001). Bu tür farkları yok sayan öğretmen merkezli yaklaşım, günümüzde ihtiyaç duyulan asıl özellikler olan; öğrencilerin yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme, araştırma yapma gibi becerilerinin gelişmesine engel olmaktadır (Dahlgren, Castensson & Dahlgren, 1998; Ngeow & Kong, 2001).

Kişinin yeteneklerini geliştirmeyi, ilgi alanlarını arttırmayı ve karakterini sağlamlaştırmayı amaçlayan sürekli ilerleyen eğitim süreci (Bonsting, 1992), toplumların kalkınması ve rekabete dayalı günümüz ekonomisinde nitelikli bireyler yetiştirilmesi için gereklidir. Günümüzde profesyonel iş hayatında çalışanlar, işlerinde genelde karşılaştıkları belirsiz, benzersiz ve çelişkili durumlara yeni fikirler üretebilmeli, karşılaştıkları problemlere yeni ve yaratıcı çözümler ortaya koyabilmelidir (Schön, 1987). Problem çözme becerisi, profesyonel çalışma hayatının önemli bir özelliğidir (Bereiter & Scardamalia, 1993).

Yapılan araştırmalar, eğitimi çağımızın ihtiyaçlarına göre şekillendirme gayretinde olup, eğitimin; öğrenci merkezli olması gerektiğini; bilimsel okur-yazarlığı, eleştirel düşünme, mantıksal düşünme, problem çözme gibi temel ihtiyaçları karşılaması gerektiği konusunda birleşmektedir. Bu noktada öğrencilerin öğrenme sürecinde aktif olmasını sağlayan ve çağın gerektirdiği becerileri ön planda tutan birçok yöntem ve yaklaşım bulunmaktadır. Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ) bunlardan biridir (Kaptan & Korkmaz, 2001). PDÖ, aynı zamanda günümüzün ihtiyaçlarına da birçok açıdan cevap verebilen bir yaklaşım ve aynı zamanda bir yöntemdir. PDÖ yaklaşımının lisans düzeyinde kullanılması ve öğretmen merkezli olan geleneksel öğretim yöntemlerinden daha etkili sonuçlar vermesi ise öğrenci merkezli eğitime iyi bir örnek olduğu düşünülmektedir (Yaman, 2005).

PDÖ'nün amacı, gerçek ya da gerçeğe yakın problem durumlar oluşturarak öğrencilerin bu durumlar üzerinde düşünmelerini, problem çözme ve zihinsel becerilerini artırmalarını, bunlardan tecrübe kazanarak yetişkin rollerini öğrenmelerine, bağımsız birer öğrenici olmalarına, kendi kendini yönlendirme ve profesyonel alanda teknik bilgi edinimine yardımcı olmaktır (Boud & Feletti, 1997; Barrows, 1994; Dewey, 1983; Greenwald, 2000; Lohman & Finkelstein, 2000). Bu yaklaşımda öğrenciler, gerçekçi problemler üzerinde dururlar, bu problemlerin farklı yollarla çözümüne odaklanırlar, örnekler incelerler ve öğrenmeyi keşfetme çabası gösterirler (Mayer, 2002).

PDÖ, John Bransford ve meslektaşlarının insanlar nasıl öğrenir adlı gelecekteki gelişmelere temel oluşturan yayınlarında çerçevesini çizdikleri tavsiyelere uygundur (Massa, 2008). Bransford ve diğerleri (1999) Etkin eğitsel kurallar ve pratikler üzerine yaptıkları 30 yıldan fazla süren çalışmalara dayanarak; etkili olabilmek için, eğitmenlerin öncelikle öğrencilerin dünyanın nasıl işlediği hakkındaki algılarıyla ilgili önyargılarını gün yüzüne çıkarması ve bunlara bağlantılı olması gerektiğini önermişlerdir. İkinci olarak, belirli bir konu alanında öğrencilerin kabiliyet geliştirebilmeleri için, derin bir olgusal bilgi temeli geliştirmeleri, bu bilgiyi kavramsal çerçeve kapsamında anlamaları ve bilgi elde etmeyi ve uygulamayı kolaylaştıracak şekilde bilgiyi organize etmeleri gerekmektedir. Son olarak, eğitimin öğrencilerin bilişüstü becerilerini geliştirmelerini kolaylaştıracak şekilde olmalıdır. Bu beceriler kendi öğrenimlerini planlama, kontrol ve değerlendirmeleri için gerekli olan becerilerdir. PDÖ ile bu aşamaların her biri problem çözme süreciyle meşgul olmayı işaret etmektedir (Massa, 2008).

Yukarıda da belirtildiği gibi, öğrenmenin asıl olarak kavramsal olarak gerçekleştiği görülmektedir. Yapılan çalışmalar da, bilginin kavramsal olarak öğrenilmesinin gerekliliği ortaya konmuştur (Bodner, 1986; Nakhleh & Mitchell, 1993; Markow & Lonning, 1998; Harrison & Treagust, 2001). PDÖ yaklaşımı ile öğrenciler, öğrenme sürecinde önceki bilgileri ile öğrenecekleri bilgiler arasında bağlantılar kurarak ilgili kavramları mantıksal olarak daha iyi anlar ve problemleri daha kolay çözümlerler (Holen, 2000).

Bu noktada, kavramsal öğrenmenin öğrencinin zihninde olduğu ve şekillendiği unutulmamalıdır. Nitekim öğrenme bir takım ön kavramlar ile başlamaktadır (Eryılmaz, 1992; Eryılmaz, 1996; Clement, 1982). Bu ön kavramlar çoğu zaman ciddi yanlışlar içermekte ve bilimsel gerçeklerle uyumsuz olmaktadır (Gilbert & Watts, 1983; Westbrook & Marek, 1991). Yapılan birçok araştırmayla faydaları görülen PDÖ yaklaşımının uygulandığı bir öğrenme ortamında, kavramsal öğrenmenin hangi safhalardan geçerek son halini aldığı incelenmesi gereken bir konudur. PDÖ ortamının kavramların oluşumu ve öğrenilmesine olan etkisi mercek altına alınmalıdır. Zira fen eğitiminin en önemli amaçlarından biri de fizikteki temel kavramların öğrenilmesinin doğru ve eksiksiz olarak gerçekleşmesidir.

Yapılan bazı çalışmalarla (Kelly & Finlayson, 2009; Marshall; Yamada & Inada, 2008; Maudsley, 2002; McCourt & Thomas, 2001; Usherwood; Joesbury & Hannay, 1991; Solomon & Finch, 1998; Solomon & Crowe, 2001; Solomon; Guenter & Salvatori, 2003; Solomon; Salvatori & Guenter, 2003), öğrenme süreçleri kavramsal olarak PDÖ yaklaşımıyla derinlemesine incelenmiş ve yararlı sonuçlar elde edilmiştir.

Bu çalışma, öğrencilerin öğrenme süreçlerinde bir takım zorluklar barındıran ısı ve sıcaklık konularına ait temel kavramların ve kavramsal süreçlerin PDÖ yaklaşımı ile yapılan öğrenme ortamı etkisinde hangi safhalardan geçerek gerçekleştiğini incelemeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla, araştırma sürecinde bir takım alt amaçlar dikkate alınmıştır. Bunlar şu şekilde özetlenebilir:

- a. PDÖ süreci öncesindeki ısı ve sıcaklık konusuna ait ön kavramların betimlenerek ortaya koyulması,
- b. PDÖ süreci esnasındaki gelişimin takip edilerek, ısı ve sıcaklık konusuna ait kavramların ve kavramsal süreçlerin izlediği değişim sürecinin betimlenmesi,
- c. PDÖ yaklaşımını oluşturan ilkelerin kavramsal öğrenme üzerine etkisinin tasvir edilmesi,

- d. PDÖ seansları sonunda, öğrencilerin ısı ve sıcaklık konularına ait kavramlara ve kavramsal süreçlere ait zihinsel yapısının ortaya koyulmasıdır.

Araştırmanın ana amacı çerçevesinde, ısı ve sıcaklık konusunu oluşturan; ısı, sıcaklık, enerji gibi bir takım kavramların yanı sıra; ısı iletimi, ısı yalıtımı, hal değiştirme, genleşme, sıcaklık değişimi gibi kavramsal süreçler de belirtilen alt amaçlar kapsamında değerlendirilecektir.

Araştırmanın sonuçları, PDÖ yaklaşımını benimseyen ve uygulayan eğitimcilere, bu konuda araştırma yapacak olan araştırmacılara; kavramsal bilginin oluşumu ve gelişimi aşamaları hakkında fikir verebilir. Ayrıca, ısı ve sıcaklık konusundaki bir takım alternatif kavramları, kavramlar arası ilişkileri, süreçleri tanımayı, bunların hangi aşamalardan geçerek ve hangi etkilerle değişime ve gelişime uğradığını tespit etmeyi sağlayacaktır. Çalışmadan elde edilecek sonuçlar, gelecekteki araştırmalar için de farklı bir bakış açısı oluşturabilir.

2.2. Yöntem:

Araştırma, Gazi Eğitim Fakültesi Fizik Öğretmenliği 2. sınıf öğrencilerinden gönüllülük esasına göre seçilecek olan 15 veya 20 öğrenci ile nitel olarak gerçekleştirilecektir. Bu öğrencilerin seçilmesinin nedeni, henüz üniversite eğitimi esnasında termodinamik dersi almamış olmaları ve araştırmacıların öğrencileri bir önceki yıldan tanıyor ve kişilik özelliklerini genel olarak biliyor olmasıdır. Araştırmanın izleyeceği seyir şu şekilde olacaktır:

- Belirlenen kazanım ve geliştirilen etkinlik planı çerçevesinde probmele dayalı olarak ısı ve sıcaklık konusu oturumlar şeklinde planlanacaktır.
- Çeşitli araştırmacılar tarafından geliştirilen “Isı ve Sıcaklık” konulu kavramsal testler gerekirse Türkçe’ye çevirilecek ve bu testlerden yararlanarak geliştirilecek olan test yardımıyla, öğrencilerin kavramsal yapısı nicel olarak tespit edilecektir.
- Öğrencilerle bir toplantı yapılacaktır; etkinlik, etkinliğin seyri ve yöntem hakkında ön bilgi verilecektir. Aynı toplantı esnasında, bir örnek senaryo verilerek “Senaryo Değerlendirme Formu” yardımıyla öğrencilerin çalışma eğilimleri tespit edilecektir.
- Öğrencilerin çalışma eğilimleri dikkate alınarak beşer kişiden oluşan 3 grup oluşturulacaktır. Burada, farklı eğilimdeki öğrenciler heterojen olacak şekilde dağıtılarak gruplama yapılacaktır. Gruplar, öğrencilere duyurulacaktır.
- Öğrencilerin ön bilgilerini ve zihinsel yapısını betimleyebilmek için; sosyal yapısı, veri alabilme kolaylığı, gönüllülüğü ve uygulanan “Isı ve Sıcaklık Kavram Testi” sonuçlarına göre, gruplardan biri seçilecek; seçilen grubun üyeleri ile yarı-yapılandırılmış görüşme yapılacaktır. Görüşmeler dijital ortama görüntü ve ses olarak kaydedilecektir.
- Etkinliğin, uygulama aşaması 14 ders saati süresince gerçekleştirilecektir. İlgili süre, öğrencilerle birlikte belirlenecek uygun bir gün ve saat aralığında, haftada 4 saat olacak şekilde 3,5 hafta olarak planlanacaktır.

- Probleme dayalı öğrenme oturumları, belirlenen genel bir senaryo ve hazırlanan ders planları çerçevesinde işlenecektir. Etkinlik esnasında alınan her türlü not, doldurulan form ve müsvette gruba ait bir klasör içinde muhafaza edilecek ve öğretim elemanı tarafından saklanacaktır.
- Etkinlik esnasında, çeşitli formlar kullanılarak yapılan çalışmalar ve öğrencilerin elde ettikleri verileri kaydetmeleri sağlanacaktır.
- Etkinlik bitiminde, gruplar son ürünlerini sunduktan sonra, geliştirilen değerlendirme formları öğretim elemanı ve öğrenciler tarafından doldurulacaktır.
- Geliştirilen “Isı ve Sıcaklık Kavram Testi” yardımıyla, öğrencilerin kavramsal yapısı nicel olarak yeniden tespit edilecektir.
- Öğrencilerin etkinlik sonrası bilgilerini ve zihinsel yapısını betimleyebilmek için; önceden görüşme yapılmak için seçilen grubun üyeleri ile yeniden yarı-yapılandırılmış görüşme yapılacaktır. Görüşmeler dijital ortama görüntü ve ses olarak kaydedilecektir.
- Alınan yazılı, sözlü ve dijital veriler değerlendirilecek ve rapor haline getirilecektir.

Etkinliğin ön çalışmaları; yani yöntem ve etkinlik hakkında bilgi verilmesi için yapılacak olan toplantı, gerekli bazı testlerin uygulanması, gruplama ve ön görüşme gibi aşamalar için takriben 1,5-2 hafta süre gerekmektedir. Daha sonra etkinlik için belirlenen sürede etkinlik gerçekleştirilecektir. Ardından, etkinlik biriminde uygulanması planlanan değerlendirme formları, testler ve görüşmeler için takriben 1,5-2 hafta daha kullanılacaktır. Buna göre tüm işlemlerin tamamlanmasının, yaklaşık 2-2,5 ay kadar süreceği düşünülmektedir. Ardından değerlendirmeye geçilecektir. Değerlendirme, nitel olarak yapılacaktır.

İzlenecek yöntem çerçevesinde aşağıda belirtilen ihtiyaçlar dışındaki diğer ihtiyaçlar Gazi Eğitim Fakültesindeki fizik laboratuvarlarındaki donanımlarla (deney düzenekleri ve malzemeleri, vb.) ve malzemelerle karşılanacaktır. aşağıdaki ihtiyaçlar dekanlık bütçesi tarafından karşılanmadığı için talep edilmiştir.

- **Masaüstü Bilgisayar:** Araştırmacıların verileri analiz edebilmesi, alınan ses ve görüntü dosyalarını işleyebilmesi, büyük boyuttaki grafik, görüntü ve ses dosyaları üzerinde işlem yapabilmesi amacıyla.
- **Yazıcı-Tarayıcı-Fotokopi Makinesi (All in One):** Öğrencilere yazılı materyaller dağıtılması, alınan yazılı materyallerin bilgisayar ortamına aktarılması ve bazı materyallerin çoğaltılması amacıyla.
- **Dijital Video Kamera:** Öğrencilerle yapılan görüşmelerin ve etkinliklerin, daha sonra analiz edilmek üzere görsel kaydının yapılması amacıyla.
- **Ses Kayıt Cihazı:** Öğrencilerle yapılan görüşmelerin ve etkinliklerin, etkinlik esnasındaki dialogların daha sonra analiz edilmek üzere ayrıntılı olarak kaydının yapılması amacıyla.
- **Taşınabilir USB Harddisk (1 TB):** Alınan ses, görüntü, grafik ve yazılı verilerin saklanması ve taşınması amacıyla.

- **Yurtdışı ve yurtiçi kongre katılım:** Araştırma sonunda raporlaştırılan verilerin diğerleri ile paylaşılması amacıyla.

2.3. Araştırmacıların Deneyimi:

Bu konuda önceden araştırmacıların yaptığı bir çalışma yoktur.

2.4. Araştırma Olanakları:

Fizik Laboratuvarları: Öğrenciler tarafından kullanılması amacıyla Gazi Eğitim Fakültesi fizik laboratuvarlarının kullanılması.

2.5. Satın Alınması Talep Edilen Makine ve Teçhizatın:

Özellikleri:

- **Masaüstü bilgisayar özellikleri:**

- CPU işlemci Core i7 > 3.0 GHz
- P55 Chipset Anakart
- Ram DDR3 > 4 GB, 1333 MHz
- HDD 1 TB 7200 rpm
- 18'' TFT ekran
- Ekran kartı 1024 MB (on board)
- Ses Kartı (on board)
- Multimedia Klavye - Mouse - DVR ± RW Dual

- **Yazıcı-Tarayıcı-Fotokopi Makinesi özellikleri**

- Dakikada 20 syf.siyah baskı hızı
- 1200x1200 dpi baskı çözünürlüğü
- 8 Saniyeye Kadar ilk baskı süresi
- 64 MB ön bellek
- 250 sayfa kağıt besleme kapasitesi
- 50 sayfa otomatik kağıt besleyici
- 600X600 dpi fotokopi çözünürlüğü
- %25-%400 Küçültme/Büyültme oranı
- 1200X1200 dpi Tarayıcı Çözn. Optik/ Max
- 24Bit Tarayıcı Renk Derinliği
- A4, A5, B5, C5, C6, DL (ISO), kartpostal; otomatik belge besleyici (ADF): A4, A5 kağıt seçenekleri
- 75 - 90 g/m² kağıt ağırlığı
- HP PCL 6, HP PCL 5e, HP Postscript Level 3 Emülasyonu
- 1 toner, Tonerle tümleşik, Tam Dolu
- 10000 sayfa aylık iş hacmi
- USB2.0, Ethernet harici bağlantı
- 12 Kg. / 393 x 497 x 406 mm. ölçülerinde
- Windows 2000, XP, Vista, 98 SE, Me, XP 64, Server 2003, Linux (yalnızca baskı sürücüsü); Mac OS X v 10.3 ve üstü ile uyumlu

- **Dijital Video Kamera özellikleri**

- Secure Digital Kart (SD),Secure Digital High Capacity (SDHC),Multimedia Kart (MMC), HDD
- 3 " LCD Ekran
- HD Kayıt
- Bağlantı: USB 2.0
- 5 saat veya üzeri kayıt süresi

- **Ses Kayıt Cihazı özellikleri**

- 1 GB Bellek
- 500 saat ses kayıt süresi
- AA pil veya şarj
- Harici kulaklık ve mikrofon
- **Taşınabilir USB Harddisk özellikleri**
 - 1 TB (1024 GB) kapasite
 - 2,5 " Form faktör
 - USB ve SATA bağlantı
 - 16 MB önbellek
 - Windows XP ve üzeri ile uyumlu

3. Diğer Bilgiler

3.1. İlgili Literatür

Probleme Dayalı Öğrenme, ilk kez 1960'lı yıllarda Kanada McMaster Üniversitesi'nde Howard Barrows tarafından tıp eğitimi alanında öğrencileri pratik yapmaya alıştırmak amacıyla ortaya çıkarılmıştır (Açıkgöz, 2003; Barrows & Tamblyn, 1980; Neufeld & Barrows, 1974; Massa, 2008). PDÖ, eğitmen odaklı bir yaklaşımdan ziyade problem olayın öğrenmeyi güdülediği öğrenci merkezli bir yaklaşımdır (Massa, 2008). Bilginin eğitmenden öğrenciye pasif bir şekilde transfer edildiği geleneksel derse dayalı eğitimin aksine, öğrenme faaliyetini teorik bilgiler sunmaktan kurtarıp, öğrencileri kendi öğrenimlerinde aktif birer katılımcıdırlar ve problem parametrelerinin iyi tanımlanmadığı, ellerindeki görevlerin gerçek hayattaki gibi belirsiz olduğu, bilinmeyen öğrenme durumları içerisine atarak eğitimi eylemsel bir sürece dönüştürür (Duch, Groh & Allen, 2001; Massa, 2008). Araştırma etrafında organize edilen yaparak yaşayarak öğrenmeyi, var olan sıkıntının çözümü ve gerçek hayat problemlerini temel alır (Torp & Sage, 1998; Kaasbøll, 1998).

PDÖ'nün amacı, gerçek ya da gerçeğe yakın problem durumlar oluşturarak öğrencilerin bu durumlar üzerinde düşünmelerini, problem çözme ve zihinsel becerilerini artırmalarını, bunlardan tecrübe kazanarak yetişkin rollerini öğrenmelerine, bağımsız birer öğrenci olmalarına, kendi kendini yönlendirme ve profesyonel alanda teknik bilgi edinimine yardımcı olmaktır (Boud & Feletti, 1997; Barrows, 1994; Dewey, 1983; Greenwald, 2000; Lohman & Finkelstein, 2000). Bu yaklaşımda öğrenciler, gerçekçi problemler üzerinde dururlar, bu problemlerin farklı yollarla çözümüne odaklanırlar, örnekler incelerler ve öğrenmeyi keşfetme çabası gösterirler (Mayer, 2002).

PDÖ ile işbirlikçi veya aktif öğrenmenin diğer biçimleri arasındaki ayırım genellikle belirsizdir. Çünkü kesin ortak özellikleri ve belirli durumlar için eğitimcilerin metotlar uygulaması gibi melez yaklaşımları paylaşmaktadırlar. Buna rağmen, PDÖ'nün zorunlu bileşeni, içeriğin karmaşık olan gerçek dünya problemleri kapsamında tanıtılmasıdır. Diğer bir deyişle, problem önce gelir (Boud, 1985; Boud & Feletti, 1991; Woods, 1985; White, 1996). Torp ve Sage'e göre (1998), nerede problem ilk önce gelir ve öğrenme problemin araştırılması ve çözümü esnasında olursa, orada probleme dayalı öğrenme olur.

PDÖ'deki problem durumları, öğrencinin öğrenmek için ek kaynaklara ihtiyaç duyduğu, problemdeki gerçekler ve kavramlar arasındaki karmaşık ilişkileri keşfetmesini gerektiren ve problemin çeşitli çözümlerini anlamayı geliştirmesi gereken yapılandırılmamış problemlerdir (Lohman & Finkelstein, 2000). Bu problemler, tıpkı

yaşamın birey karşısına çıkardığı tipte problemlerdir. Yaşamın karşılaşılan sorunları tanımak, bu sorunların öneminin farkında olmak, nedenlerini anlamak, sorunları çözmek ve olası sorunları önceden gidermekle dolu olduğu düşüncesinden yola çıkan PDÖ, öğrenmenin tam ve yeterliliğe dayalı olması görüşüne hizmet eden bir yaklaşımdır (Boud & Feletti, 1997). Kısaca, yüzeysel yorumdan çok derinliğine anlamayı ön plana çıkaran bir yöntemdir (Prpic & Hadgraft, 2002).

Bilginin kaynağı ve bu bilgileri nasıl elde edecekleri, bunları nasıl değerlendirecekleri ve problemi çözmek için bu bilgiyi nasıl kullanacakları konusundaki becerilerin kazandırılmasında PDÖ yaklaşımının etkili olduğu yapılan birçok çalışmada (Harland, 2002; Mayer, 2002; Kaptan & Korkmaz, 2001; Perrenet, Bouhuijs & Smits, 2002; Orrill, 2002) ortaya konulmuştur. Yapılan araştırmalar, PDÖ ile çalışan öğrencilerin çevrelerine daha bilimsel bir gözle baktıklarını ortaya çıkarmıştır (Selco, Roberts & Wacks, 2003). Bazı eğitimciler, PDÖ'nün konulara dair bilgileri birleştiren, kritik olarak düşünen ve diğer öğrenciler ile işbirliği içinde çalışan öğrencileri motive etmesi ve bireysel hareket etmesini attırması açısından bu yöntemi diğer yöntemlerden üstün tutmaktadırlar (Delisle, 1997; Gallagher, 1997; Lohman & Finkelstein, 2000; Kaptan & Korkmaz, 2002; MacKinnon, 1999; Peterson & Treagust, 1998). Buna paralel olarak, Banta, Black ve Kline (2000) de, PDÖ yaklaşımının öğrencilerin farklı becerilerini geliştirmede ve bilgilerini değerlendirmede etkili olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Bazı araştırmalar da (Kelly & Finlayson, 2009; Siegel & Lee, 2001; Şahin & Parim, 2002), fen bilgisi konularının öğretiminde PDÖ yaklaşımının etkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Teo ve Wong (2000), PDÖ'nün özellikle fen bilimlerinde kullanılacak öğretim yöntemlerinden biri olduğunu belirtmişlerdir.

Örneğin, Galileo'nun eğik düzlem deneylerini kullanan Lattery (2001) ile Elektrik Manyetizma, Ses ve Optik konularını kullanan Milner-Bolotin ve Svinicki (2000) tarafından yapılan araştırmalar, öğrencilerin fizik konularıyla ilgili problem ve projeler üzerinde çalışmalarının, dersi dinleyerek veya sınıf içinde pasif kalarak öğrenim görmekten daha etkili sonuçlara ulaşıldığını göstermiştir. Benzer şekilde, PDÖ yaklaşımının akademik başarı üzerine etkisini araştıran çalışmalar da olumlu sonuçlar vermiştir (Kelly & Finlayson, 2009; Siegel & Lee, 2001; Şahin & Parim, 2002).

PDÖ ile çalışan öğrenciler bilişsel düzeyde olduğu kadar duyuşsal (özgüven, bilimsel merak, eleştirilere açık olma) ve psikomotor (iletişim, bilgi kaynaklarına ulaşma ve kullanabilme, grupla çalışma) düzeyde de öğrenmeler sağladığı yapılan araştırmalarla görülmüştür (Boud & Feletti, 1997; Denayer ve diğerleri, 2003; Hard & diğerleri, 1995; Kaptan & Korkmaz, 2002; MacKinnon, 1999; Morrison, 2004; Pelaez, 2002; White, 1996). Morales-Man ve Kaitel (2001) yaptıkları bir çalışmada, PDÖ ile çalışan öğrencilerin kendilerine olan güvenlerinin arttığını ifade ettiklerini tespit etmişlerdir. Ayrıca, araştırma sonuçları tarafından, öğrencilerin PDÖ yaklaşımına karşı da olumlu tutum geliştirdikleri de tespit edilmiştir (Çiftçi; Meydan & Ektem, 2007; de Ribeiro; da Grac & Mizukami, 2005; Kelly & Finlayson, 2009; Marshall; Yamada & Inada, 2008; Vernon & Hosokawa, 1996).

Yapılan çok sayıda araştırma (Massa, 2008; Günhan & Başer, 2008; Yaman, 2005; Yaman & Yalçın, 2005a; Yaman & Yalçın, 2005b) PDÖ'nün; eleştirel düşünme, problem çözme, takım çalışması, mantıksal düşünme ve bilgilerini yeni durumlara uygulayabilme yeteneği gibi ömür boyu öğrenme için önemli olan becerilerle öğrencileri desteklediğini göstermektedir. PDÖ yaklaşımı, eleştirel düşünme becerilerine, anlamaya,

nasıl öğrenileceğini öğrenmeye ve diğerleriyle işbirliği içerisinde çalışmaya vurgu yapmaktadır (White, 1996).

Massa'ya göre (2008); PDÖ, diğer bir gelip geçici eğitimsel moda değildir. Denenmiş, test edilmiştir ve bir anlam ifade etmektedir. Massa (2008), eğer eğitim kurumları gerçek dünya problemlerini çözmeye yetenekli mezunlar yaratmak istiyorsa, PDÖ'nün bunu başarabileceğini vurgulamaktadır.

Referans Lisetesi

- Açıkgöz, K. Ü. (2003). Aktif öğrenme, 3. Baskı, Eğitim Dünyası Yayınları, İzmir.
- Banta, T. W., Black, K. E. & Kline, K. A. (2000). PBL 2000: Plenary address offers evidence for and against problem-based learning, PBL Insight, 3(3), 1-11.
- Barrows, H. S. & Tamblyn, R. M. (1980). Problem-based learning: An approach to medical education, New York: Springer
- Barrows, H. S. (1994). Practice-Based Learning: Problem-Based Learning Applied to Medical Education. Springfield, IL: Southern Illinois University School of Medicine.
- Bereiter, C. & Scardamalia, M. (1993). Surpassing Ourselves: An Inquiry into the Nature and Implications of Expertise. Chicago: Open Court.
- Bodner, G. M. (1986). Constructivism: A theory of knowledge. Journal of Chemical Education, 63, 873-878.
- Bonsting, J. J. (1992). Kalite Okulları, Eğitimde Toplam Kalite Yönetimine Giriş, Çeviren: Köksal, H.; Dünya Yayıncılık, İstanbul.
- Boud, D. & Feletti, G. (Eds.) (1991) The Challenge of Problem-Based Learning. St Martin's Press, N. Y.
- Boud, D. (Ed.) (1985) Problem-Based Learning for the Professions, Sydney. HERDSA
- Boud, D. & Feletti G. I. (1997). The challenge of problem-based learning. Kogan Page Ltd. London.
- Bransford, J. D.; Brown, A. L. & Cocking, R. R. (1999). How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School. National Research Council, National Academy Press, Washington, D.C.
- Clement, J., (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. American Journal of Physics, 50(1), 66-71.
- Çiftçi, S.; Meydan, A. & Ektem, I. S. (2007) Sosyal Bilgiler Öğretiminde Probleme Dayalı Öğrenmeyi Kullanmanın Öğrencilerin Başarısına ve Tutumlarına Etkisi. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Sayı 17, 179-190.
- Dahlgren, M. A., Castensson, R. & Dahlgren, L. O. (1998). PBL from the teachers' perspective, Conceptions of the tutor's role within problem based learning, Higher Education, 36, 437-447
- de Ribeiro L. R.; da Grac, M. Mizukami, N. (2005) Student Assessment of a Problem-Based Learning Experiment in Civil Engineering Education. Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, Volume 131, Number 1, January 2005, 13-18.
- Delisle, R. (1997). How to Use Problem-Based Learning in the Classroom. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Denayer, I.; Thael, K.; Vander-Sloten J. & Gobin, R. (2003). Teaching a structured approach to the design process for undergraduate engineering students by problem-based education. European Journal of Engineering Education, 28 (2), 203-214.
- Dewey, J. (1983). How we think? Lexington, Mass.: D.C. Heath.
- Duch, B. J., Groh, S. E. & Allen, D. E. (2001). The Power of Problem-Based Learning. Virginia (USA): Stylus Publishing.
- Eryılmaz, A., (1992). Students' preconceptions in introductory mechanics. Unpublished Master Thesis, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.

- Eryılmaz, A., (1996). The effects of conceptual assignments, conceptual change discussions and a CAI program emphasizing cognitive conflict on students' achievement and misconceptions in physics. *Dissertation Abstracts International*, 57-04A, 1546.
- Gallagher, S. A. (1997). Problem-based learning: Where did it come from, what does it do, and where is it going? *Journal for the Education of the Gifted* 20(4): 332–362.
- Gilbert, J.K. & Watts, D.M. (1983). Concepts, misconceptions and alternative conceptions: changing perspectives in science education. *Studies in Science Education*, 10, 61-98.
- Greca, I. M. & Moreira, M. A. (2000). Mental models, conceptual models and modelling. *International Journal of Science Education*, 22, 1-11.
- Greenwald, N. L. (2000). Learning from problems. *The Science Teacher*, 67(4), 28-32.
- Günhan, B. C. & Başer, N. (2008) Probleme Dayalı Öğrenme Yönteminin Öğrencilerin Geometriye Yönelik Özyeterlik İnançlarına Etkisi. *e-Journal of New World Sciences Academy Social Sciences*, 3, (3), C0075, 551-562.
- Hard, H.; Suanberg, H. & Koch, M. (1995). Training Tutors in a Problem Based Curriculum. *Medical Teacher*, 17 (2).
- Harland, T. (2002). Zoology students' experiences of collaborative enquiry in problem-based learning, *Teaching in Higher Education*, 7(1), 3-15.
- Harris, K., Marcus, R., McLaren, K. & Fey, J. (2001). Curriculum materials supporting problem-based teaching, *School Science & Mathematics*, 101(6), 310-318.
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (2001). Conceptual change using multiple interpretive perspectives: Two case studies in secondary school chemistry. *Instructional Science*, 29, 45-85.
- Holen, A. (2000). The PBL group: Self-reflections and feedback for improved learning and growth, *Medical Teacher*, 22(5), 485-488.
- Kaasbøll, J. J. (1998). Teaching Critical Thinking and Problem Defining Skills, *Education and Information Technologies*, 3 (2), 1-17.
- Kaptan, F. & Korkmaz, H. (2001). Fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımı, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 185-193.
- Kaptan, F. & Korkmaz, H. (2002). Probleme dayalı öğrenme yaklaşımının hizmet öncesi fen öğretmenlerinin problem çözme becerileri ve öz-yeterlik inanç düzeylerine etkisi, *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiriler Kitabı*, 16-18 Eylül, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Kelly, O. & Finlayson, O. (2009) A hurdle too high? Students' experience of a PBL laboratory module. *Chemistry Education Research and Practice*, Vol: 10, Issue: 1, 42-52.
- Lattery, M. J. (2001). Thought experiments in physics education: A simple and practical example, *Science & Education*, 10, 485-492.
- Lohman, M.C. & Finkelstein, M. (2000). Designing groups in problem-based learning to promote problem-solving skill and self-directedness. *Instructional Science*, 28, 291-307.
- MacKinnon, M. M. (1999). Core Elements of Student Motivation in Problem-Based Learning. *New Directions for Teaching and Learning*, 78, summer, 49-58.
- Markow, P. G. & Lonning, R. A. (1998). Usefulness of concept maps in college chemistry laboratories: Students' perceptions and effects on achievement. *Journal Research Science Teaching*, 35, 1015-1029.
- Marshall, C. S.; Yamada, S. & Inada, M. K. (2008) Using problem-based learning for pandemic preparedness. *Kaohsiung Journal Of Medical Sciences*, Vol: 23, Issue: 3, March, 39-45.
- Massa, N. M. (2008). Problem-Based learning (PBL) A Real-World Antidote to the Standarts and Testing Regime. *The New England Journal Of Higher Education*, Winter 2008, 19-20.
- Maudsley, G. (2002) Making sense of trying not to teach: An interview study of tutors' ideas of problem-based learning. *Academic Medicine*, Vol: 77, Issue: 2, February, 162-172.

Mayer, R. E. (2002). Invited reaction: Cultivating problem-solving skills through problem-based approaches to professional development. *Human Resource Development Quarterly*, 13(3), 263-269.

McCourt, C. & Thomas, B. G. (2001) Evaluation of a problem-based curriculum in midwifery. *Midwifery*, Vol: 17, Issue: 4, December, 323-331.

Milner-Bolotin, M. & Svinicki, M. D. (2000). Teaching physics of everyday life: Project-based instruction and collaborative work in undergraduate physics course for nonscience majors, *The Journal of Scholarship of Teaching and Learning*, 1(1), 25-40.

Morales-Mann, E. T. & Kaitel, C. A. (2001). Problem-Based Learning in New Canadian Curriculum. *Issues and Innovations in Nursing Education*, 33, 13-19.

Morrison, J. (2004). Where now for problem based learning? *Education and Practice*, The Lancet, 363 (10). National Research Council (NCR) (1996). *National Science Education Standards*, Washington, DC: National Academy Press.

Nakhleh, M. B. & Mitchell, R. C. (1993). Concept learning versus problem solving. *Journal of Chemical Education*, 70, 190-192.

Neufeld, V. R. & Barrows, H. S. (1974). The 'McMaster philosophy': An approach to medical education. *Journal of Medical Education*, 49, 1040-1050.

Ngeow, K. & Kong, Y.S. (2001). Learning to learn: Preparing teachers and students for problem-based learning, *Career World*, 29(4), 18-19

Orrill, C. H. (2002). Supporting online PBL: Design considerations for supporting distributed problem solving, *Distance Education*, 23(1), 41-57.

Pelaez, N. J. (2002) Problem-based writing with peer review improves academic performance in physiology. *Advances In Physiology Education*, Vol: 26, Issue: 3, September 2002 174-184.

Perrenet, J., Bouhuijs, P. & Smits, J. (2000). The suitability of problem-based learning for engineering education, *Theory and practice, Teaching in Higher Education*, 5(3), 345-358.

Peterson, R.F. & Treagust, D.F. (1998). Learning to teach primary science through problem-based learning, *Science Education*, 82, 215-237

Prpic, J. K. & Hadgraft, R. G. (2003). What is Problem-Based Learning? (Akt.: Yaman, S. (2003) *Fen Bilgisi Eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenmenin öğrenme ürünlerine etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara).

Schön, D. A. (1987). *Educating the Reflective Practitioner*. San Francisco: Jossey-Bass.

Selco, J. I., Roberts, J. L. and Wacks, D. B. (2003). The Analysis of Seawater: A Laboratory-Centred Learning Project in General Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 80, 54-57.

Siegel, M.A. & Lee, J.A.C. (2001). "But electricity isn't static" science discussion, identification of learning issues, and use of resources in a problem-based learning education course, *Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, March 25-28, St. Louis, USA.

Solomon P.; Guenter D. & Salvatori, P. (2003) Integration of persons with HIV in a problem-based tutorial: A qualitative study. *Teaching and Learning In Medicine*, Vol: 15, Issue: 4, Fall 2003 257-261.

Solomon, P. & Crowe, J. (2001) Perceptions of student peer tutors in a problem-based learning programme. *Medical Teacher*, Vol: 23, Issue: 2, March 2001, 181-186.

Solomon, P. & Finch, E. (1998) A qualitative study identifying stressors associated with adapting to problem-based learning. *Teaching And Learning In Medicine*, Vol: 10, Issue: 2, 58-64.

Solomon, P.; Salvatori, P. & Guenter, D. (2003) An interprofessional problem-based learning course on rehabilitation issues in HIV *Medical Teacher*, Vol: 25, Issue: 4, July 2003, 408-413.

Spainer, G. B. (2001). The Transformation of Teaching. *New Directions for Teaching and Learning*, 85, Spring.

Şahin, F. & Parim, G. (2002) Problem Tabanlı Öğretim Yaklaşımı İle DNA, Gen ve Kromozom Kavramlarının Öğrenilmesi. V. Ulusal Fen ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara, Türkiye.

Taşkesengil, Y.; Şenocak, E. & Sözbilir, M. (2008) Probleme Dayalı Öğrenme Teorik Temelleri. Milli Eğitim, Sayı 177, Kış 2008, 50-64.

Teo, R. & Wong, A. (2000). Does problem based learning create a better student: A reflection?, 2nd Asia-Pacific Conference on Problem Based Learning, 4-7 December, Singapore

Torp, L. & Sage, S. (1998). Problems as possibilities: Problem-Based Learning for K-12 education. Association for Supervision and Curriculum Development Alexandria, Virginia, USA.

Usherwood, T.; Joesbury, H. & Hannay, D. (1991) Student-Directed Problem-Based Learning in General-Practice and Public-Health Medicine. Medical Education, Vol: 25, Issue: 5, September 1991, 421-429.

Vernon, D. T. A. & Hosokawa, M. C. (1996). Faculty attitudes and opinions about problem-based learning. Academic Medicine, Vol: 71, Issue: 11, November 1996, 1233-1238.

Westbrook, S.L. & Marek, E.A. (1991). A cross-age study of student understanding of the concept of diffusion. Journal of Research in Science Teaching, 28(8), 649-660.

White, H. B. (1996). L. Richlin (Ed), To Improve the Academy Vol. 15 (pp. 75 - 91). Stillwater, OK: New Forums Press and the Professional and Organizational Network in Higher Education.

Woods, D. (1985) Problem-based learning and problem-solving. In D. Boud (Ed.) Problem-Based Learning for the Professions, Sydney. HERDSA, 19-42.

Yaman, S. & Yalçın, N. (2005a). Fen Bilgisi Eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Yaratıcı Düşünme Becerisine Etkisi. İlköğretim Dergisi, 4 (1), 42-52.

Yaman, S. & Yalçın, N. (2005b) Fen eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenme yaklaşımının problem çözme ve öz-yeterlik inanç düzeylerinin gelişimine etkisi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (H. U. Journal of Education) 29: 229-236.

Yaman, S. (2005) Fen Bilgisi Öğretiminde Probleme Dayalı Öğrenmenin Mantıksal Düşünme Becerisinin Gelişimine Etkisi. Türk Fen Eğitimi Dergisi, Yıl 2, Sayı 1, Mayıs 2005, 56-70.

3.3. Uygulama Planı

1. Rapor dönemi: ilgili literatür taraması ve etkinlikler için ön hazırlıklar yapılması
2. Rapor dönemi: öğrencilerin PDÖ etkinliklerini oturumlarla gerçekleştirmeleri
3. Rapor dönemi: verilerin toplanması
4. Rapor dönemi: öğrencilerden elde edilen verilerin değerlendirilmesi ve araştırma sonuçlarının raporlaştırılması

3.4. Uygulama Araçlarının Gerekçeli Dökümü

- **Masaüstü Bilgisayar:** Araştırmacıların verileri analiz edebilmesi, alınan ses ve görüntü dosyalarını işleyebilmesi, büyük boyuttaki grafik, görüntü ve ses dosyaları üzerinde işlem yapabilmesi amacıyla.
- **Yazıcı-Tarayıcı-Fotokopi Makinesi (All in One):** Öğrencilere yazılı materyaller dağıtılması, alınan yazılı materyallerin bilgisayar ortamına aktarılması ve bazı materyallerin çoğaltılması amacıyla.
- **Dijital Video Kamera:** Öğrencilerle yapılan görüşmelerin ve etkinliklerin, daha sonra analiz edilmek üzere görsel kaydının yapılması amacıyla.
- **Ses Kayıt Cihazı:** Öğrencilerle yapılan görüşmelerin ve etkinliklerin, etkinlik esnasındaki dialogların daha sonra analiz edilmek üzere ayrıntılı olarak kaydının yapılması amacıyla.

- **Taşınabilir USB Harddisk (1 TB):** Alınan ses, görüntü, grafik ve yazılı verilerin saklanması ve taşınması amacıyla.
- **Yurtiçi ve yurtdışı kongre katılım:** Araştırma sonunda raporlaştırılan verilerin diğerleri ile paylaşılması amacıyla.

3.5. Projenin Adı ve Özeti

Probleme Dayalı Öğrenmenin Isı ve Sıcaklık Konusundaki Kavramların Öğrenilmesine Etkisi Üzerine Bir Durum Çalışması

Öğrenciler sınıflara, bilimsel olgular hakkında bir çok ön kavramlar ile girmektedir. Bu durum, bilimsel bilginin öğrenilmesini etkilemektedir. Öğrenme kavramlarla başlar. Fizik eğitiminin ana araştırma konusu, öğrencilerin bilimsel kavramları geliştirme süreçlerine çeşitli öğrenme modellerinin etkisini incelemeye odaklanmıştır. Probleme dayalı öğrenme, fizik eğitiminde bir çok yeteneği harekete geçiren bir metottur. Çünkü, öğrenciler bu metotta fizik kavramları ve süreçleri ile günlük yaşamı ilişkilendirir. Sonuç olarak, bu araştırma, probleme dayalı öğrenme esnasında öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusundaki kavramları nasıl geliştirdiklerini öğrenmeyi amaçlamaktadır.

A Case Study: Effect of Problem-Based Learning about Learning of Concepts on Heat and Temperature.

Students enter the classroom with informal concepts about scientific phenomena; these concepts affect how the corresponding scientific explanations are learned. Learning starts with scientific concepts. A major research domain in physics education is focused on the study of the effects of various types of teaching strategies aimed to help students developing scientific concepts. Problem-based learning sets much abilities into action in physics education because students relates physics concepts and processes with day-life problem. For that reason, this research aimed to know how to develop concepts about heat and temperature during Problem-Based Learning method.

3.6. Anahtar Kelimeler

Kavram, probleme dayalı öğrenme, ısı, sıcaklık, fizik eğitimi.

Concept, problem-based learning, heat, temperature, physics education.

3.7. Konu ile İlgili Uzmanlar

Prof. Dr. Mehmet Fatih Taşar
GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi
Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı
06500 Beşevler, Ankara
Tel: 0312 202 8222
E-Mail: mftasar@gazi.edu.tr

Doç. Dr. Salih Ateş
Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü
Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı
14280 Gökçöy, Bolu

Tel: 0374 254 1686
E-Mail: ates_s@ibu.edu.tr

Yrd. Doç. Dr. Ali Eryılmaz
ODTÜ, Eğitim Fakültesi,
Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü
06531, Ankara
Tel: 0312 210 4055
E-Mail: eryilmaz@metu.edu.tr

3.10. Özgeçmişler

Proje Yöneticisi:

Adı Soyadı: Prof. Dr. Mustafa TAN
Doğum Yeri ve Tarihi: Karaman, 1948
Medeni Hali: Evli
Yabancı Dili: İngilizce
Üniversite Öğrenimi: Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 1969. Ankara.
Doktora Çalışması: Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Bölümü, 1976, Erzurum.
Yardımcı Doçent: Atatürk Üniversitesi, 1982-1983
Doçent: Atatürk Üniversitesi, 1983-1989
Profesör: Gazi Üniversitesi, 1989-...

Uluslararası Hakemli Dergilerde Yayımlanan Makaleler

1. A.Şaplakoğlu, I. Özoğlu, M. Tan and H. Erdoğan, "Determination of Rare-Earth Elements by Radioisotope X- Ray Fluorescence Technique" Technical Journal, 1974 1, 47
2. M. Tan, R.A. Braga, R. W Fink and p. Venugopala Rao, "X-Ray Fluorescence Yields and Coster-Kronig Transition Probabilities of the L_1 , L_2 and L_3 subshells of Pb" Physica Scripta, 1982 25, 536-547
3. M. Tan, R.A. Braga, R. W Fink and p. Venugopala Rao, "Orbital EC Probability and Decay Energy in ^{207}Bi Decay" Nuclear Phys., 1982 A 388, 498-504
4. M. Tan, R.A. Braga, R. W Fink and p. Venugopala Rao, " $L_{2,3}$ subshell X- Ray Fluorescence Yields and Coster-Kronig Transition Probabilities of Nd and Yb" Physica Scripta, 37 1988 62-65
5. M. Tan, Y. Şahin, A. Şaplakoğlu "L₃ subshell intensity ratios of Pb, Th and U" X-Ray Spectrometry, 19, (1990) 233-235
6. Z. Tekin, P. Arıkan, N. Efe, M. Tan, Study of lead Pollution by EDXRF Analysis Spectroscopy Letters 1998
7. M. Karadag, H. Yücel, M. Tan, A. Özmen, Measurement of thermal neutron cross-sections and resonance integrals for $^{71}\text{Ga}(n, \gamma)^{72}\text{Ga}$ and $^{75}\text{As}(n, \gamma)^{76}\text{As}$ by using ^{241}Am -Be neutron source., Nuclear Instruments and Methods in Physics Research-A, 501 (2-3), 2003, 524.
8. H. Yücel, M. Karadag., M.A. Çetiner, M. Tan, A. Özmen, Measurement of thermal neutron cross section and resonance integral for $^{139}\text{La}(n, \gamma)^{140}\text{La}$ reaction by activation method using cadmium ratios., II. Eurasian Conference on Nuclear Science and Its Application., Almaty, Republic of Kazakhstan, Vol.1, 347-361, 2002.
9. M. Tan, R.A. Braga and R. W. Fink, X-ray fluorescence Yields and Coster-Kronig Transition Probabilities of the L_1 , L_2 and L_3 Supshells of Pb, American Physical Society, Fall Meeting, in New Orleans, LA, 23-25 November (1981) Bulletin of the American Physical Society Vol :26 Num 9, 1235 HE 13, 1981.
10. M. Tan, R.A. Braga and R. W. Fink, Orbital EC Probability and Decay Energ in Bi Decay, American Physical Society, Fall Meeting, in New Orleans, LA, 23-25 November (1981) Bulletin of the American Physical Society Vol :26 Num 9 (1981) 1236 HE 17.

11. Kızılcık, H. Ş.; Temiz, B. K.; Tan, M. & İngeç, Ş. K. (2007) A Study Of Verbal Section Teacher Candidates' Attitude Towards Science, Science Education and Technology, Eğitim ve Bilim - Education and Science, October 2007, Vol: 32, Issue: 146, p.80-88.

Ulusal Hakemli Dergilede Yayınlanan Makaleler

1. Y. Şahin, M. Tan “Enerji dispersive X-ışını floresans tekniğiyle Erzurum ve civarında mevcut oltu taşında Fe ve Ca Tayini” Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi 7 (1991) 187-196
2. B. K. Temiz, M. Tan (2003). İlköğretim fen öğretiminde bütüncü bilimsel süreç becerileri. Çağdaş Eğitim, 296, 34-40.
3. B. K. Temiz, M. Tan (2003). İlköğretim fen öğretiminde temel bilimsel süreç becerileri, Eğitim ve Bilim, 127, 18-24.
4. M. Tan, B. K. Temiz (2003). Fen öğretiminde bilimsel süreç becerilerinin yeri ve önemi. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi 13(1), 89-101.
5. B. K. Temiz, M. Tan, Lise 1. sınıf fizik ders kitaplarında yer alan deneysel aktivitelerin incelenmesi. Milli Eğitim Dergisi (yayınlanacak).

Uluslararası bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitabında (Proceedings) Basılan Bildiriler

1. American Physical Society, Fall Meeting, in New Orleans, LA, 23-25 November (1981) Bulletin of the American Physical Society Vol :26 Num 9 (1981) 1235 HE 13 : X-ray fluorescence Yields and Coster-Kronig Transition Probabilities of the L_1 , L_2 and L_3 Subshells of Pb M. Tan, R.A. Braga and R. W. Fink, Chemistry, Georgia, Tech and P. VENUGOPALA RAO, Physics , Emory Univ. , Atlanta, Ga..
2. American Physical Society, Fall Meeting, in New Orleans, LA, 23-25 November (1981) Bulletin of the American Physical Society Vol :26 Num 9 (1981) 1236 HE 17 Orbital EC Probability and Decay Energies in Bi Decay. M. Tan, R.A. Braga and R. W. Fink, Chemistry, Georgia, Tech and P. VENUGOPALA RAO, Physics , Emory Univ. , Atlanta, Ga..

Ulusal bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitabında Basılan Bildiriler

1. M. Tan, Y. Şahin, A. Şaplakoğlu; “Pb, Th ve U da L_3 , alt tabakasına ait şiddet oranları” Türk Fizik Deneği 10. Ulusal Fizik Kongresi
2. Y. Şahin, M. Tan ;”X-ışını Floresans tekniğiyle Erzurum ve Civarında Mevcut oltu taşında Fe ve Ca tayini” Türk Fizik Derneği 10. Ulusal Kongresi.
3. Y. Erdoğan , P. Arıkan, A. Zararsız, M. Tan , “Orta Anadolu Linyitlerinde XRF Tekniği ile mineral elementlerine bağlı olarak kül ve kömür” 26-29 Eylül 1995 (15. Fizik Kongresi, Kaş)
4. E. Dikmen, A. Zararsız, P. Arıkan, M. Tan, “Au- L_3 alt tabakasına ait X ışınları şiddet oranlarının radyoizotop uyartmalı, XRF tekniği ile incelenmesi” 26-29 Eylül 1995 (15. Fizik Kongresi, Kaş)
5. O. Aytemiz, P. Arıkan. A. Zararsız, M. Tan, “Sivas Divriği Demir cevherlerinin zenginleştirme yoluyla kalite kontrolünün XRF tekniği ile incelenmesi” 26-29 Ağustos 1996 (16. Fizik Kongresi)
6. M.Karadağ, İ.Çelenk, M.Tan “ ^{31}P Ci Am-Be İzotopik Nötron Kaynağı Kullanılarak Nötron Aktivasyon Analizi ile Elementel Dedeksiyon Limiti Tayini” (25-27 Mayıs 2000 III.Ulusal Atom ve Molekül Sempozyumu, Erzurum)
7. B. K. Temiz, M. Tan (2001). Lise 1 Fizik Dersi Programının Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerini Geliştirmeye Uygunluğunun İncelenmesi. IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, 6-8 Eylül 2000, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
8. Taşar, M.F., Temiz, B. K. ve Tan, M. (2002). İlköğretim Fen Öğretim Programında Hedeflenen Öğrenci Kazanımlarının Bilimsel Süreç Becerilerine Göre Sınıflandırılması. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
9. Temiz, B. K., Tan, M. (2003). Lise 1, 2 ve 3. Sınıf Fizik Ders Kitaplarında Yer Alan Deneysel Aktivitelerin Laboratuvar Yaklaşımları Çerçevesinde İncelenmesi. XII. Eğitim Bilimleri Kongresi, 15-18 Ekim 2003, Gazi Üniversitesi, Antalya.

Atıflar (Science Citation Index)

Atıf alan çalışma:

M.Tan, R.A.Braga, R.W Fink and p. Venugopala Rao, "X-Ray Fluorescence Yields and Coster- Kronig Transition Probabilities of the L1, L2 and L3 subshells of Pb" *Physica Scripta*, 25, 1982, 536-547.

1. Tan, M Braga-RA Fink-RW Rao-PV, Bi-207 L-Subshell Orbital Electron-Capture Probabilities and Decay Energy, *NUCLEAR PHYSICS A* 1982, Vol 388, Iss 3, pp 498-504.
2. Campbell-JL Gingerich-RR Maxwell-JA Mcghee-PL Ollerhead-RW, New Approach to Measurement of the L_2 - L_3 Coster-Kronig Transition Probability in Heavy-Atoms, *PHYSICAL REVIEW A-GENERAL PHYSICS* 1984, Vol 30, Iss 1, pp 161-169.
3. Marques-MI Martins-MC Ferreira-JG, L1 Subshell Yields of Pt and Hg, *PHYSICA SCRIPTA* 1985, Vol 32, Iss 2, pp 107-110.
4. Catz-AL, Measurement of the L_2 - L_3 Coster-Kronig Transition-Probability in Pb ($Z=82$), *PHYSICAL REVIEW A-GENERAL PHYSICS* 1987, Vol 36, Iss 7, pp 3155-3162.
5. Semmes-PB Braga-RA Fink-RW Griffin-JC, L_2 - L_3 Coster-Kronig Transition-Probability for $Z = 54$, *REVIEW C-NUCLEAR PHYSICS* 1987, Vol 35, Iss 2, pp 749-752.
6. Werner-U Jitschin-W, Radiative, Auger, and Coster-Kronig Yields Obtained by the Synchrotron Photoionization Technique, *JOURNAL DE PHYSIQUE* 1987, Vol 48, Iss NC-9, pp 559-562.
7. Campbell-JL Mcghee-PL, L-Subshell Fluorescence and Coster-Kronig Yields for $Z=78, 80, 81$ and 82 , *JOURNAL DE PHYSIQUE* 1987, Vol 48, Iss NC-9, pp 597-600.
8. Werner-U Jitschin-W, L, Vacancy Decay in Heavy Elements (72 Less Than or Equal to Z Less Than or Equal to 82) by the Synchrotron Photoionization Method, *PHYSICAL REVIEW A-GENERAL PHYSICS* 1988, Vol 38, Iss 8, pp 4009-4018.
9. Tan M Braga RA Fink RW Rao PV, $L_{2,3}$ Subshell X-Ray Fluorescence Yields and Coster-Kronig Transition Probabilities of Nd and Yb, *PHYSICA SCRIPTA* 1988, Vol 37, Iss 1, pp 62-65.
10. Jitschin-W Grosse G Rohl P, Coster-Kronig Factor-F13 of Y-39 Measured with the Synchrotron Photoionization Method, *PHYSICAL REVIEW A-GENERAL PHYSICS* 1989, Vol 39, Iss 1, pp 103-109.
11. Xu-JQ, L-Subshell Fluorescence Yields for Elements with 73 Less-Than-or-Equal-to Z Less-Than-or-Equal-to 83 , *PHYSICAL REVIEW A* 1991, Vol 43, Iss 9, pp 4771-4779.
12. Marques-MI Martins-MC Parente-F Ferreira-JG, L1 Fluorescence Yield of Yb and Ir, *JOURNAL OF PHYSICS B-ATOMIC MOLECULAR AND OPTICAL PHYSICS* 1993, Vol 26, Iss 7, pp 1263-1269
13. XU JQ, XU XJ, L-SUBSHELL FLUORESCENCE YIELDS FOR METALLIC URANIUM AND THORIUM, *PHYS REV B* 51 (12): 7834-7843 MAR 15 1995.
14. Sarkar M, Mitra D, Bhattacharya D, et al., Analytical expression for the L-3 subshell fluorescence yield in the range $Z=23-96$, *RADIAT PHYS CHEM* 50 (2): 125-132 AUG 1997.
15. Oz E, Ekinici N, Ozdemir Y, et al., Measurement of atomic L shell Coster-Kronig yields ($f(12)$, $f(23)$ and $f(13)$) for some elements in the atomic number range $59 \leq Z \leq 90$ *J PHYS B-AT MOL OPT* 34 (4): 631-638 FEB 28 2001.
16. Durak R, Ozdemir Y., Experimental determination of L-subshell fluorescence yields for heavy elements at 59.54 keV, *J ANAL ATOM SPECTROM* 16 (10): 1167-1171 2001.
17. Miranda J, Romo-Kroger C, Lugo-Licona M., Effect of atomic parameters on L-shell X-ray production cross-sections by proton impact with energies below 1 MeV, *NUCL INSTRUM METH B* 189: 21-26 APR 2002.
18. Ozdemir Y, Durak R., L-subshell fluorescence yields ($\omega(1)$, $\omega(2)$ and $\omega(3)$) for elements in the atomic range $55 \leq Z \leq 68$ with a Si(Li) detector, *J QUANT SPECTROSC RA* 77 (1): 95-103 FEB 15 2003.
19. Ozdemir Y., Photon-induced L-subshell Auger yields for some elements in the atomic number range $55 \leq z \leq 92$ using a S(Li) detector, *RADIAT PHYS CHEM* 66 (5): 317-322 APR 2003.
20. Campbell JL., Fluorescence yields and Coster-Kronig probabilities for the atomic L subshells, *ATOM DATA NUCL DATA* 85 (2): 291-315 NOV 2003.

21. Ozdemir Y., Measurement of L-subshell fluorescence yield ratios ($\omega(1)/\omega(2)$, $\omega(1)/\omega(3)$ and $\omega(2)/\omega(3)$) of some elements between cesium and uranium, J QUANT SPECTROSC RA 83 (3-4): 295-301 FEB 1 2004.

Atıf alan çalışma:

M. Tan, R.A. Braga, R.W Fink and p. Venugopala Rao, "L_{2,3} subshell X- Ray Fluorescence Yields and Coster-Kronig Transition Probabilities of Nd and Yb" Physica Scripta, 37, 1988, 62-65.

1. Catz-AL, Measurement of the L₂-L₃ Coster-Kronig Transition-Probability in TM(Z=69), PHYSICAL REVIEW A-GENERAL PHYSICS 1989, Vol 40, Iss 9, pp 4977-4982.
2. Catz-AL Meyers-MF, Measurement of the L₂-L₃ Coster-Kronig Transition-Probability in Nd(Z=60), PHYSICAL REVIEW A 1990, Vol 41, Iss 1, pp 271-276.
3. Xu-JQ, L-Subshell Fluorescence Yields for Elements with 73 Less-Than-or-Equal-to Z Less-Than-or-Equal-to 83, PHYSICAL REVIEW A 1991, Vol 43, Iss 9, pp 4771-4779.
4. Stotzel-R Werner-U Sarkar-M Jitschin-W, Fluorescence, Coster-Kronig and Auger Yields of the Sm-62 L-Subshells Measured with the Synchrotron Photoionization Method, JOURNAL OF PHYSICS B-ATOMIC MOLECULAR AND OPTICAL PHYSICS, 1992, Vol 25, Iss 10, pp 2295-2307.
5. Xu-JQ Xu-XI, L(1)-Subshell and L(2)-Subshell Fluorescence Yields of Lanthanides, PHYSICAL REVIEW A 1994, Vol 49, Iss 3, pp 2191-2194.
6. Ertugrul M, Determination of L-3 Subshell Fluorescence Yield of Nd with a Si(Li) Detector, NUCLEAR INSTRUMENTS & METHODS IN PHYSICS RESEARCH SECTION B, Vol 124(4), 1997, 475-477.
7. Sarkar M, Mitra D, Bhattacharya D, et al., Analytical expression for the L-3 subshell fluorescence yield in the range Z=23-96, RADIAT PHYS CHEM 50 (2): 125-132 AUG 1997.
8. Ertugrul M., Determination of L-2 to L-3 Coster-Kronig yield of pr J ELECTRON SPECTROSC 125 (1): 69-73 AUG 2002.

Atıf alan çalışma:

M. Tan, Y. Şahin, A. Şaplakoğlu, "L₃ subshell intensity ratios of Pb, Th and U " X-Ray Spectrometry, 19, 1990, 233-235.

1. Torok-SB Vangrieken-RE, X-Ray Spectrometry, ANALYTICAL CHEMISTRY 1992, Vol 64, Iss 12, pp R180-R196.
2. Ertugrul M, The vacancy transfer probability dependence on relative L X-ray intensities in the atomic range $57 \leq Z \leq 92$ at 59.5 keV, NUCL INSTRUM METH B 111 (3-4): 229-233 MAY 1996.
3. Ertugrul M, Buyukkasap E, Erdogan H, Angular dependence of LX-ray relative intensities of uranium and thorium at 59.5 keV, APPL SPECTROSC REV 32 (1-2): 159-165 1997.
4. Ismail AM, Malhi NB, L-shell x-ray relative intensities of some heavy elements excited by 20.48 keV x-rays, X-RAY SPECTROM 29 (4): 317-319 JUL-AUG 2000.
5. Dikmen E, Zararsiz A, Tan M, et al., L-III subshell intensity ratios of Au, SPECTROSC LETT 35 (1): 63-72 2002.

Atıf alan çalışma:

Z. Tekin, P.Arkan, N. Efe, M. Tan, Study of lead Pollution by EDXRF Analysis Spectroscopy Letters, 32 (4), 1999, 661-669.

1. Polat R, Gurol A, Ekinci N, et al., Determination of ore concentrates by energy dispersive X-ray fluorescence spectrometry, J TRACE MICROPROBE T 21 (1): 63-71 2003.

2. Potts PJ, Ellis AT, Holmes M, et al., X-ray fluorescence spectrometry, J ANAL ATOM SPECTROM 15 (10): 1417-1442 2000.

Atıf alan çalışma:

M. Karadag, H. Yücel, M. Tan, A. Özmen, Measurement of thermal neutron cross-sections and resonance integrals for $^{71}\text{Ga}(n,\gamma)^{72}\text{Ga}$ and $^{75}\text{As}(n,\gamma)^{76}\text{As}$ by using ^{241}Am -Be neutron source., Nuclear Instruments and Methods in Physics Research-A, 501 (2-3), 2003, 524.

1. Winchell, D.F. and Sonzogni, A.A., Recent References, Nuclear Data Sheets, 101 (1), 2004, 1-192.
2. Karadag M., Yücel H., Measurement of thermal neutron cross section and resonance integral for $^{186}\text{W}(n,g)^{187}\text{W}$ reaction by the activation method using a single monitor, Annals of Nuclear Energy, accepted (to be published).

İdari ve Akademik Görevler

1. Okutman, Atatürk Üniversitesi Temel Bilimler ve Yabancı Diller Yüksek okulu, (1971-1972)
2. Araştırma Görevlisi, Atatürk Üniversitesi Temel Bilimler ve Yabancı Diller Yüksek okulu, (1972-1982)
3. Georgia Institute of Technology, Atlanta - Nükleer Kimya Doktora Sonrası Çalışma (1979-1981)
4. Yardımcı Doçent, Atatürk Üniversitesi Temel Bilimler ve Yabancı Diller Yüksek okulu, (1982-1983)
5. Doçent, Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Fizik A.B.D. (1983-1989)
6. Texas A&M Cylotron Merkezi'nde Araştırma (1988)
7. A. Ü. Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Fakülte Kurulu Üyeliği, Yönetim Kurulu Üyeliği, Senato Üyeliği ve Dekan Yardımcılığı
8. Profesör, Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Fizik Eğitimi A.B.D. (1989-...)
9. Dekan Yardımcılığı, G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi (1991-1993)
10. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dekanı (1995-2001)

Bilimsel Kuruluşlara Üyelikler

1. Milli Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Komisyonlarında ilk ve orta dereceli okulların Fen Bilimleri programlarının hazırlanmasında Üye ve Danışmanlık
2. YÖK Öğretmen yetiştirme Milli Komitesi Üyesi
3. Türkiye-Amerika Birleşik Devletleri Kültürel Mübadele Komisyonu "FULBRIGHT" Yönetim Kurulu Üyeliği (1997-1999)

Yönetilen Tezler

Yüksek Lisans Tezleri

1. "Au L ıı alt tabakasına ait X-ışını Şiddet oranları" Erdal Dikmen. , Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bil. Ens.,1994.
2. "Sivas-Divriği Demir Cevherlerinin Zenginleştirme Basamaklarının Kalite Kontrolünün X-ışını Floresans Tekniği İle İncelenmesi" Orhan Aytemiz, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bil. Ens., Eylül-1996
3. "Çiftlik Kavşağı-İstanbul Yolu Güzergahından Alınan Toprak Ve Bitlilerdeki Pb (Kurşun) kirliliğinin XRF Tekniği İle İncelenmesi" Zeynep Tekin, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bil. Ens., Eylül-1997
4. "3x16 Ci Am-Be İzotopik Nötron Kaynağı Kullanılarak Nötron Aktivasyon Analizi ile Elementel Dedeksiyon Limiti Tayini", Mustafa Karadağ, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bil. Ens 1998.

5. “Yaklaşık 4.9 MeV enerjili nötronlarla ortalama spektrum tekniği kullanarak U-238 ‘in fisyon tesir kesitinin ölçümü” Tülay Bayar. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bil. Ens 1997.
6. “ ^{241}Am -Be İzotopik Nötron Kaynağı Kullanılarak Nötron Aktivasyon Analizi İle Elementel Dedeksiyon Limiti Tayini” Mustafa Karadağ, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bil. Ens., Ocak-1998
7. “Lise 1. Sınıf Fizik Dersi Programının Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerini Geliştirmeye Uygunluğunun İncelenmesi” Burak Kağan Temiz, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, 2001.
8. “İzotropik Nötron Alanında Işınlanan Sonlu Silindir Numune Geometri için Numune Miktarı ile Termal Nötron Öz Soğurma Faktörünün İlişkisi”, Mustafa Güray Budak, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bil. Ens., 2002.
9. “Fizik öğretiminde kullanılan yazılı ölçme türlerinin itme-momentum konusu için karşılaştırılması.” Hasan Şahin Kızılcık, Gazi Üniversitesi Eğitim Bil. Ens.,
10. “Tesir kesiti hesaplamaları” İsmet Ergin, Gazi Üniversitesi Fen Bil. Ens.
11. Gazi Üniversitesi Eğt Bil. Ens., Müge Akpınar

Devam Eden Çalışmalar

1. Gazi Üniversitesi Eğt Bil. Ens., Nuray Önder

Doktora Tezleri

1. “ ^{241}Am -Be izotopik nötron kaynağı kullanılarak kadmiyum farkı yöntemiyle bazı elementlerin (n, γ) reaksiyonları için rezonans integrali ve termal nötron aktivasyon tesir kesitlerinin belirlenmesi”, Mustafa Karadağ Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, 2003.
2. “X-Işını floresansı ve şiddet oranları” Rafet Yılmaz, Gazi Üniversitesi Fen Bil. Ens. Ankara, 2004.
3. Gazi Üniversitesi Eğt Bil. Ens., Burak Kağan Temiz
4. Gazi Üniversitesi Eğt Bil. Ens., İsmet Ergin
5. “Nötron aktivasyon analizinde öz-soğurma etkisi” Mustafa Güray Budak, Gazi Üniversitesi Fen Bil. Ens.

Devam Eden Çalışmalar

1. Gazi Üniversitesi Eğt Bil. Ens., Müge Akpınar
2. Gazi Üniversitesi Eğt Bil. Ens., Hasan Şahin Kızılcık

Araştırmacı:

Adı Soyadı: Arş. Gör. Hasan Şahin KIZILCIK

Doğum Yeri ve Tarihi: Kastamonu, 19 Ekim 1980

Medeni Hali: Bekar

Yabancı Dili: İngilizce

Yabancı Dil Seviyesi: (57,5) 2009 Yılı ÜDS

Lise Öğrenimi: Kastamonu Göl Anadolu Öğretmen Lisesi, Haziran 1998.

Üniversite Öğrenimi: Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Fizik Eğitimi Bölümü, Haziran 2003. Ankara.

Yüksek Lisans Çalışması: Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fizik Eğitimi, Aralık 2004 Ankara..

Doktora Çalışması: Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fizik Eğitimi, (devam ediyor), Ankara.

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler :

Kızılcık, H. Ş.; Temiz, B. K.; Tan, M. & İnceç, Ş. K. (2007) A Study Of Verbal Section Teacher Candidates' Attitude Towards Science, Science Education and Technology, Eğitim ve Bilim - Education and Science, October 2007, Vol: 32, Issue: 146, p.80-88.

Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler :

Kızılcık, H. Ş. & Tan M. (2007) Fizik Öğretiminde Kullanılan Ölçme Türlerinin İtme-Momentum Konusu İçin Karşılaştırılması, GÜ Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 27, Sayı 2, 109-122.

Uluslararası Bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:

Ünsal, Y.; Ergin, İ. & Kızılcık, H. Ş. Ortaöğretim Fizik Ders Kitaplarının Bilimsel Model ve Modellemeler Bakımından Analizi: Türkiye’de Okutulan Fizik Ders Kitapları Örneği The 1st International Congress Of Educational Research, Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Çanakkale-TÜRKİYE, 2009.

Ulusal Bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:

Kızılcık, H. Ş. & Ünsal, Y. Fizik Öğretmeni Adaylarının Bazı Eş Anlamalı Fizik Kavramlarını Algılama Düzeyleri Ve Kullanım Tercihleri: Bir Durum Çalışması VIII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Bolu-TÜRKİYE, 2008.

Kızılcık, H. Ş. & Güneş, B. Düzgün Dairesel Hareket Konusundaki Kavram Yanılgılarının Üç Aşamalı Test İle Tespit Edilmesi VII. Ulusal Fen ve Matematik Eğitimi Kongresi, Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi, Ankara-TÜRKİYE, 2006.

Temiz, B. K. & Kızılcık, H. Ş. Sürtünmeli Eğik Düzlemde Hareket Serbest Cisim Diyagramı Çizme VII. Ulusal Fen ve Matematik Eğitimi Kongresi, Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi, Ankara-TÜRKİYE, 2006.

Form - 4

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJESİ (BAP)
GELİŞME RAPORU HAZIRLAMA FORMU**

PROJE KODU : 04/2010-03
PROJE ADI : Probleme Dayalı Öğrenmenin Isı ve Sıcaklık
Konusundaki Kavramların Öğrenilmesine Etkisi Üzerine Bir Durum Çalışması
PROJE BAŞLAMA TARİHİ: 01.06.2010
RAPOR TÜRÜ : () Ara Rapor (X) Kesin Rapor
RAPOR YILI : 2011
RAPOR DÖNEMİ : () 30 HAZİRAN () 31 ARALIK
PROJE YÖNETİCİSİ : Prof. Dr. Mustafa TAN
FAKÜLTE/ENSTİTÜ/YÜKSEKOKUL : Gazi Eğitim Fakültesi
BÖLÜM/ANABİLİM/BİLİM DALI : Fizik Eğitimi Anabilim Dalı
PROJENİN ADI : Probleme Dayalı Öğrenmenin Isı ve
Sıcaklık Konusundaki Kavramların Öğrenilmesine Etkisi Üzerine Bir Durum Çalışması

Toplam Desteklenen Miktar : 7200 YTL.

Şimdiye Kadar Harcanan Miktar : 3481 YTL.

Rapor Dönemi Sonu Kalan Miktar : 3719 YTL.

Gelişme durumu özeti (Bu rapor dönemine ait başlıca gelişmeler, örn. literatür taraması, satın alma, hazırlık çalışmaları, çalışmanın seyri, vb. ana başlıklar halinde aşağıda özetlenecektir.)

- Literatür taraması yapıldı ve toplanan bilgiler düzenlendi.
- Gerekli malzemeler alındı.
- Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ) için etkinlik geliştirildi.
- Kullanılacak ölçme araçları geliştirildi düzenlendi ve gerekli istatistikî çalışmalar yapıldı.
- Çalışmanın yapılacağı katılımcılar belirlendi.
- Uygulama yapıldı.
- Veriler düzenlendi ve analiz edildi.
- Bulgular yorumlandı.

Proje Yöneticisi imzası:

Rapor Sunuş Tarihi : 26/12/2011

A. Literatür Çalışması

Aşağıda konu ile ilgili yapılan çalışmalar iki başlık altında incelenmiştir.

1. PDÖ'nün Bilişsel ve Duyuşsal Etkileri ile İlgili Yapılan Araştırmalar

Yapılan araştırmalar, PDÖ ile çalışan öğrencilerin çevrelerine daha bilimsel bir gözle baktıklarını ortaya çıkarmıştır (Selco, Roberts ve Wacks, 2003). Bazı eğitimciler, PDÖ'nün konular ile ilgili bilgileri birleştiren, eleştirel olarak düşünen ve diğer öğrenciler ile işbirliği içinde çalışan öğrencileri güdülemesi ve bireysel davranmayı attırması açısından bu yöntemi diğer yöntemlerden üstün tutmaktadırlar (Delisle, 1997; Gallagher, 1997; Lohman ve Finkelstein, 2000; Kaptan ve Korkmaz, 2002; MacKinnon, 1999; Peterson ve Treagust, 1998). Buna uygun olarak, Banta, Black ve Kline (2000) de, PDÖ yaklaşımının öğrencilerin farklı becerilerini geliştirmede ve öğretmenlerin öğrencilerin bilgilerini değerlendirmede etkili olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

PDÖ ile çalışan öğrenciler bilişsel düzeyde olduğu kadar duyuşsal (özgüven, bilimsel merak, eleştirilere açık olma) ve devinişsel (iletişim, bilgi kaynaklarına ulaşma ve kullanabilme, grupla çalışma) düzeyde de öğrenmeler sağladığı yapılan araştırmalarla görülmüştür (Boud ve Feletti, 1997; Denayer ve diğerleri, 2003; Hard ve diğerleri, 1995; Kaptan ve Korkmaz, 2002; MacKinnon, 1999; Morales-Man ve Kaitel, 2001; Morrison, 2004; Pelaez, 2002; White, 1996). Örneğin Morales-Man ve Kaitel (2001) yaptıkları bir çalışmada, PDÖ ile çalışan öğrencilerin kendilerine olan güvenlerinin arttığını belirttiklerini saptamışlardır. Ayrıca, araştırma sonuçlarıncı, öğrencilerin PDÖ yaklaşımına karşı da olumlu tutum geliştirdikleri saptanmıştır (Çiftçi; Meydan ve Ektem, 2007; de Ribeiro; da Grac ve Mizukami, 2005; Kelly ve Finlayson, 2009; Marshall; Yamada ve Inada, 2008; Vernon ve Hosokawa, 1996).

Yapılan çok sayıda araştırma (Massa, 2008; Günhan ve Başer, 2008; Yaman, 2005; Yaman ve Yalçın, 2005a; Yaman ve Yalçın, 2005b) PDÖ'nün; eleştirel düşünme, problem çözme, takım çalışması, mantıksal düşünme ve bilgilerini yeni durumlara uygulayabilme yeteneği gibi ömür boyu öğrenme için önemli olan becerilerle öğrencileri desteklediğini göstermektedir. PDÖ yaklaşımı, eleştirel düşünme becerilerine, anlamaya, nasıl öğrenileceğini öğrenmeye ve diğerleriyle işbirliği içerisinde çalışmaya vurgu yapmaktadır (White, 1996).

2. PDÖ'de Kavramsal Öğrenme ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Bazı araştırmalar da (Kelly ve Finlayson, 2009; Siegel ve Lee, 2001; Şahin ve Parim, 2002), fen bilgisi konularının öğretiminde PDÖ yaklaşımın etkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Teo ve Wong (2000), PDÖ'nün özellikle fen bilimlerinde kullanılacak öğretim yöntemlerinden biri olduğunu belirtmişlerdir. Öğrencilere bilginin kaynağı ve bu bilgileri nasıl elde edecekleri, bunları nasıl değerlendirecekleri ve problemi çözmek için bu bilgiyi nasıl kullanacakları konusundaki becerilerin kazandırılmasında PDÖ yaklaşımının etkili olduğu yapılan birçok çalışmada (Harland, 2002; Mayer, 2002; Kaptan ve Korkmaz, 2001; Perrenet, Bouhuijs ve Smits, 2002; Orrill, 2002) ortaya konulmuştur.

Örneğin, Galileo'nun eğik düzlem deneylerini kullanan Lattery (2001) ile Elektrik Manyetizma, Ses ve Işık konularını kullanan Milner-Bolotin ve Svinicki (2000) tarafından yapılan araştırmalar, öğrencilerin fizik konularıyla ilgili problem ve tasarılar üzerinde çalışmalarının, dersi dinleyerek veya sınıf içinde edilgen kalarak öğrenim görmekten daha etkili sonuçlara ulaşıldığını göstermiştir. Benzer şekilde, PDÖ

yaklaşımının akademik başarı üzerine etkisini araştıran çalışmalar da olumlu sonuçlar vermiştir (Kelly ve Finlayson, 2009; Siegel ve Lee, 2001; Şahin ve Parim, 2002).

Yapılan çalışmalar da, bilginin kavramsal olarak öğrenilmesinin gerekliliği ortaya konmuştur (Bodner, 1986; Nakhleh ve Mitchell, 1993; Markow ve Lonning, 1998; Harrison ve Treagust, 2001). PDÖ yaklaşımı ile öğrenciler, öğrenme sürecinde önceki bilgileri ile öğrenecekleri bilgiler arasında bağlantılar kurarak ilgili kavramları mantıksal olarak daha iyi anlar ve problemleri daha kolay çözümlerler (Holen, 2000). Yapılan bazı çalışmalarla (Kelly ve Finlayson, 2009; Marshall; Yamada ve Inada, 2008; Maudsley, 2002; McCourt ve Thomas, 2001; Usherwood; Joesbury ve Hannay, 1991; Solomon ve Finch, 1998; Solomon ve Crowe, 2001; Solomon; Guenter ve Salvatori, 2003; Solomon; Salvatori ve Guenter, 2003), öğrenme süreçleri kavramsal olarak PDÖ yaklaşımıyla derinlemesine incelenmiş ve yararlı sonuçlar elde edilmiştir.

Kavram yanılgısı alanyazınına göre, ısı ve sıcaklık öğrencilerin tüm eğitim düzeylerinde kavramsal olarak en çok zorlandığı konulardan biridir (Erickson, 1985; Linn ve Songer, 1991). Fizik eğitiminin önemli konularından biri olan “Isı ve Sıcaklık” başlıklı bölümde söz edilen temel kavramların öğretilmesi üzerine çeşitli incelemeler ve tasarımlar yapılmıştır (Carlton, 2000; Kalem ve diğerleri, 2002; Leite, 1999; Sözbilir, 2003; Taber, 2000; Warren, 1972; Wiser ve Carey, 1983). Isı ve sıcaklık bölümündeki kavram yanılgıları üzerine yapılan çeşitli araştırmalardan da yola çıkılarak (Aydoğan ve diğerleri, 2003; Eryılmaz ve Sürmeli, 2002; Gümüş ve diğerleri, 2003), konuyla ilgili çeşitli öğretim teknikleri ve yaklaşımları nicel olarak karşılaştırılmıştır (Başer, 2006; Başer ve Geban, 2007; Gürses ve diğerleri, 2002; Niaz, 2006; Olgun, 2008; Shayer ve Wylam, 1981; Şenocak ve diğerleri, 2003; Tanahoung ve diğerleri 2009; Yeo ve Zadnik, 2001; Zacharia ve diğerleri, 2008). Kavramsal öğrenme ile ilgili yapılan nicel çalışmalar, öğrenmenin doğasını yeterince ortaya koyamamaktadır. Bu nedenle kavram öğreniminin doğasını daha iyi anlayabilmek için değişik yaklaşımlara ihtiyaç duyulmuştur. Bu amaçla, Posner ve arkadaşları (1982) kavramsal değişim olarak adlandırdığı yeni bir yaklaşım ortaya atmış ve bu yaklaşım hızlı bir şekilde aktif öğretimde kullanılmaya başlanmıştır.

B. Yöntem

1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırma, “Isı ve sıcaklık ile ilgili temel kavramların öğrenilmesi üzerine PDÖ’nün nasıl bir etkisi vardır?” sorusuna cevap aramayı amaçlamaktadır. Bu soru tümcesi, araştırmanın temel soru tümcesini oluşturmaktadır. Araştırmanın alt soruları ise şöyledir:

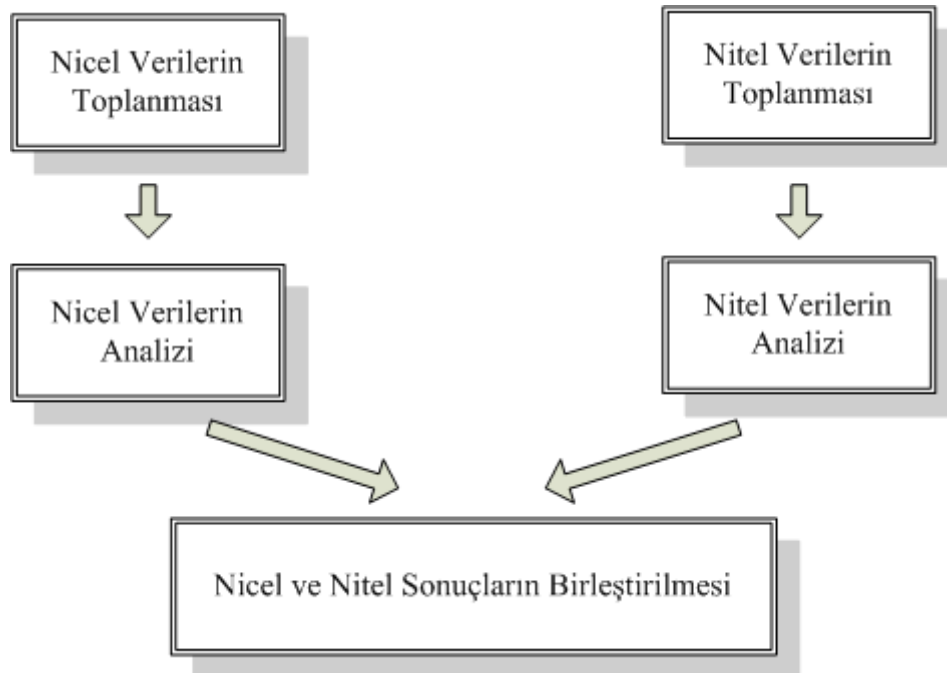
1. PDÖ süreci boyunca ısı ve sıcaklık ile ilgili kavramların ve kavramlara bağlı olan doğal süreçlerin, başından sonuna kadar öğrenilme sürecinin izlediği değişim nasıldır?
2. PDÖ yaklaşımının, öğrencilerin üzerindeki duyuşsal ve bilişsel etkisi nasıldır?

Bu araştırma, belirtilen ana soruya cevap aramaktadır. Bu amaçla öncelikle alt sorulara cevap aranmış, verilen problemin cevaplanmasına çalışılmıştır.

Bu çalışmada nicel ve nitel araştırma tekniklerinin bir arada yer aldığı karma yöntem araştırması (mixed methods research) (Creswell, 2003; Johnson ve Christensen, 2004; Newman ve Benz, 1998; Tashakkori ve Teddlie, 2003) kullanılmıştır. Karma yöntem araştırması, araştırmacının bir çalışma içerisinde nicel ve nitel araştırma tekniklerini, yöntemlerini, yaklaşımlarını, kavramlarını ya da dilini karıştırdığı ya da birleştirdiği araştırma sınıfı olarak tanımlanabilir (Johnson ve Onwuegbuzie, 2004).

Sechrest ve Sidana'a göre (1995), karma yöntemler tekil yöntemler ile ilgili bazı problemleri azaltma gücüne sahiptir. Aynı zamanda nicel ve nitel tekniklerin güçlü yanlarını da içermektedir. Nicel ve nitel verilerin karıştırılması, araştırmacıya tek başına kullanılan tekniklere göre daha iyi bir anlayış sağlamaktadır (Creswell ve Clark, 2007). Karma yöntem yaklaşımının güçlü yönü, araştırmacının nicel ve nitel yöntemlerin her ikisinin zayıf yönlerinden kaçınması için en iyi şekilde bu iki yöntemin sentezine olanak sağlamasıdır (Tashakkori ve Teddlie, 2003). Bu araştırmada da, araştırmacının daha geçerli ve güvenilir olması için, nicel ve nitel verilerin birlikte kullanılması uygun görülmüştür. Çünkü karma yöntem, araştırmacının geçerlilik ve güvenilirliğini arttırmaktadır (Kelle, 2001). Karma yöntemde farklı tekniklerden elde edilen verilerin sentezi söz konusudur (Foss ve Ellefsen, 2002). Bu araştırmada da, fizik öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık ile ilgili kavramsal yapısını ve gelişim süreçlerini bir PDÖ çalışması sırasında belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaçla katılımcıların kavramsal yapısı hakkında derinliğine ve geniş yelpazede bilgi toplamak için nitel araştırma yöntemlerinden “çoklu durum çalışması” ve “gömülü kuram”dan; PDÖ çalışması ile öğretmen adaylarının genel olarak başarı düzeylerini incelemek amacıyla da “ön test” ve “son test” karşılaştırması gibi bazı nicel yöntemlerden de yararlanılmıştır. Verilerin önemli kısmı nitel olarak toplanmıştır. Araştırmada izlenen yöntem Şekil 1’de gösterilmiştir.

Şekil 1. Araştırmada izlenen yöntemin gösterimi



Karma araştırma yaklaşımları aslında üçgenleme (triangulation) ilkesine dayanmaktadır (Webb, Campbell, Schwartz ve Sechrest, 1966; Tashakkori ve Teddlie 1998). Üçgenleme, bir soruyu araştırmak için birden fazla araştırma yaklaşımını kullanmaktır (Lockyer, 2006; Bryman ve Bell, 2003). Üçgenleme genellikle anlamı açıklamak için çoklu algıları kullanma, bir gözlem ya da yorumun tekrarlanabilirliğini doğrulama süreci olarak göz önüne alınır (Stake, 2000; Aydın, 2009).

Yıldırım ve Şimşek (2006) tarafından, durum çalışması yapılırken izlenecek aşamalar sekiz başlık halinde belirtilmiştir:

1. Aşama: Araştırma sorularının geliştirilmesi
2. Aşama: Araştırmacının alt problemlerinin geliştirilmesi
3. Aşama: Analiz biriminin belirlenmesi

4. Aşama: Çalışılacak durumun belirlenmesi
5. Aşama: Araştırmaya katılacak bireylerin belirlenmesi
6. Aşama: Verinin toplanması ve toplanan verinin alt problemlerle ilişkilendirilmesi
7. Aşama: Verinin çözümlenmesi ve yorumlanması
8. Aşama: Durum çalışmasının yazıya dökülmesi

Bu çalışmada Yıldırım ve Şimşek (2006) tarafından belirtilen aşamalar sırayla izlenmiş, ilk olarak araştırmanın amaçları doğrultusunda araştırma soruları ve alt problemler geliştirilmiştir. Bu çalışmada kullanılan ve nitel araştırma içerisinde bir teknik olan durum çalışması yapılmıştır. Analiz birimi saptanıp, çalışılacak durum belirlenmiştir. Bu çalışmada fizik öğretmen adayının incelenen her bir temel kavram ile ilgili zihinsel yapısı ayrı ayrı ve bütüncül olarak ele alınarak, öğretmen adayının bütüncül zihinsel yapısı bir durum çalışması olarak çözümlenmiştir. Burada incelemeye alınan katılımcı bir analiz birimini oluşturmaktadır. Her bir kavram ayrı bir durumdur. Bu nedenle katılımcılar bütüncül olarak ele alındığı ve bir katılımcı için her bir kavramın derinlemesine incelemesi yoluna gidildiği için “bütüncül çoklu durum deseni” kullanılmıştır. Bütüncül çoklu durum deseninde birden fazla kendi başına bütüncül olarak algılanabilecek durum söz konusudur. Her durum kendi içinde bütüncül olarak ele alınır ve daha sonra birbirleriyle karşılaştırılır (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Bu çalışmada farklı ve benzer özelliklerdeki üç ayrı durum bir fizik öğretmeni adayı için kendi içinde bütüncül olarak karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan diğer nitel araştırma tekniği ise gömülü kuramdır. Literatürde “grounded theory” sözcüğüne karşılık olarak “gömülü kuram” kullanılmaktadır. Araştırmada yarı yapılandırılmış görüşmeler yolu ile elde edilen nitel verilerin değerlendirilmesinde gömülü kuramdan yararlanılmıştır.

2. Katılımcılar

Araştırma karma nitelikte olmasına karşın, verilerin büyük kısmı nitel olarak toplanmıştır. Nitel ve nicel araştırmalarda katılımcı seçimleri oldukça farklı yapılır (Bogdan ve Biklen, 1992; Denzin ve Lincoln, 2000; Patton, 1990). Bunun nedeni, nitel ve nicel araştırmaların amaçlarının değişik olmasından kaynaklanır. Araştırmanın nicel olan bölümünde uygulanan çoktan seçmeli testin geliştirilmesi amacıyla rastgele örneklem seçimi uygulanmıştır. Ancak asıl uygulamanın katılımcıları nitel araştırmanın amaçları doğrultusunda zengin durum bilgisi sunabilmelidir (Patton, 1990). Bu nedenle, önceden belirlenen ölçütler temel alınarak amaçlı örnekleme yapılmıştır.

Katılımcıların seçiminde, zengin durum bilgisi elde edilebilmesi için amaçlı örneklem yöntemi seçilmiştir (Patton, 1990). Verilerin bu şekilde elde edilmesi, amaçlar doğrultusunda ısı ve sıcaklık ile ilgili kavramların gelişim yapısını ve PDÖ sürecinin etkisini daha iyi betimlemeyi sağlayacaktır.

Durum çalışmalarında amaç, bir evrene istatistiksel genellemeler yapmak değil, analitik genellemeler yapmaktır. Bu şekilde kuram oluşturmak veya kuramsal önermelerde bulunmaktır. Bu nedenle durum çalışmalarında simgesel bir örneklemden söz edilmez (Yin, 1984). Araştırmada bir evren ve örneklem grubu belirlemek yerine amaçlı örnekleme yolu tercih edilmiştir.

Araştırmanın amaçları ve yapısı göz önüne alınarak, araştırmanın nitel yapısı, araştırmacının katılımcılarla iletişimini gerektirdiğinden, öncelikle katılımcıların kolayca ulaşılabilir uzaklıkta olmalarının yarar sağlayacağı düşünülmüştür. Bu nedenle fizik öğretmen adayları ile araştırmanın yapılmasının, hem gerektiğinde laboratuvar olanaklarının hem de zaman avantajının kullanılması açısından verimli olacağı varsayılmıştır. Bu durum da göz önüne alınarak, katılımcı seçiminde bazı ölçütler

belirlenmiştir. Bu nedenle, katılımcıların Ankara'daki bir üniversitenin fizik öğretmenliği programı öğrencileri arasından belirlenmesine karar verilmiştir.

Öncelikle katılımcılar, daha önceden Termodinamik adıyla verilen dersi almamış olmalıdır. Çünkü katılımcıların, üniversitede ısı ve sıcaklık hakkında bir öğrenim görmeleri veri zenginliğini olumsuz yönde etkileyebilir. Araştırmada katılımcıların PDÖ süreci ile ısı ve sıcaklığa ilişkin temel kavramları edinme biçimleri betimlenecektir. Bu nedenle katılımcılar, yakın zamanda Termodinamik dersi almış olanlardan seçilirse, bu durum katılımcıların araştırma ve kavramları edinme konusundaki isteklerini azaltabilir. Çünkü daha önceden bildiklerini düşünecek ve araştırma konusunda isteksiz olabileceklerdir. İlgili anabilim dalının öğretim programında, Termodinamik dersinin üçüncü yılın bahar döneminde, yani altıncı yarıyıldan olduğu saptanmıştır. Bu nedenle, henüz altıncı yarıyla gelmemiş birinci veya ikinci sınıf öğrencileri arasından katılımcı seçimi yapılması uygun görülmüştür.

Çalışmada araştırmacının katılımcıların iletişim becerileri, medeni cesaret gibi kişisel özelliklerini bilmesi ya da en azından bu bilgilere aşina olunması, araştırmada sağlıklı veri toplama açısından yarar sağlayacaktır. Bu durum göze alınarak, araştırma için önceden düşünülen fizik öğretmenliği programı birinci ve ikinci sınıf öğrencilerinden, araştırmacıyı önceden tanıyor olmaları sebebiyle daha kolay iletişim kurabilecekleri ve daha sağlıklı veri alınabileceği düşünülen ikinci sınıf öğrencileri arasından katılımcı seçimi yapılması uygun görülmüştür.

Araştırmada gönüllülük esasına öncelik tanınmıştır. Termodinamik dersini henüz almamış olan ikinci sınıf öğrencileri içinden, çalışmada ses kayıtları ve görüntü alınacağı ve çalışmanın zaman alan bir süreç olması nedeniyle, gönüllü öğrencilerin seçilmesi uygun görülmüştür. Yukarıda söz edilen ölçütleri sağlayan 50 adet fizik öğretmen adayına çalışma ile ilgili sözlü ve yazılı olarak ayrıntılı bilgi verilmiş ve katılmak isteyip istemedikleri sorulmuştur. Öğrencilere verilen yazılı bilgi, Serin (2009) tarafından kullanılan PDÖ bilgilendirme metinlerinden yararlanılarak hazırlanmıştır. Öğrencilere düşünmeleri için yaklaşık bir hafta süre tanınmıştır. Süre sonunda çalışmaya gönüllü olarak katılmak isteyen 13 fizik öğretmen adayı olmuştur. Gönüllü olan 13 fizik öğretmen adayından, gönüllü olduklarına ve kendilerinin bu konuda bilgilendirildiğine dair Aydınlatılmış Onam Formu yardımı ile onay alınmasının ardından, araştırmaya katılımcı olarak alınmışlardır. Çalışmaya katılmaya gönüllü olan 13 öğrencinin üçü erkek, 10'u bayandır.

Katılımcıların kimliklerini etik açıdan gizli tutmak amacıyla, katılımcıların birer takma ad seçmelerine olanak tanınmıştır. PDÖ çalışması toplam 13 kişiden oluşan dört küme ile gerçekleştirilmiştir. Ancak, bu 13 kişilik katılımcı grubundan veri kaybı olması olasılığı da göz önünde bulundurularak amaçlı olarak altı kişilik daha küçük bir katılımcı grubu alınarak, bu katılımcılardan görüşme verileri alınmıştır. Bu altı kişi, nitel araştırmada derin odaklı veri elde edebilmek için araştırmanın doğasına uyacak, konuşkan, düşüncelerini açıkça dile getirebilecek öğrencilerden seçilmiştir. Bu altı kişi, görüşme yapmak ve derinlemesine veri elde etmek amacıyla seçilmiştir. Daha sonra görüşme yapılan altı öğrenci içinden rasgele seçilen bir katılımcıya ilişkin bulgular üzerinde analizler yapılarak raporlaştırılmıştır. Görüşme yapılan diğer katılımcılara ilişkin veriler çalışmaya katılmamıştır. Bunun nedeni, değerlendirilmesi amaçlanan verinin çok üzerinde veri elde edilmesi ve tüm katılımcıları verilerinin yüzeysel incelenmesi yerine, bir katılımcının verilerinin derinlemesine incelenmesinin araştırma amacına ve araştırma problemine cevap bulmada daha yararlı olacağı yargısına varılmasıdır.

Tablo 1. Katılımcıların kümelere göre dağılımı ve katıldığı aşamalar

Küme Adı	Cinsiyeti	Takma Adı	Katıldığı Aşamalar
Yeşil Küme	Bayan	Ekin	Oturumlar + Görüşmeler
	Bayan	Masal	Oturumlar
	Bayan	Papatya	Oturumlar
	Bayan	Tanem	Oturumlar
Gök Küme	Erkek	Bulut	Oturumlar + Görüşmeler
	Bayan	Eylül	Oturumlar + Görüşmeler
	Bayan	Hira	Oturumlar + Görüşmeler
	Bayan	Damla	Oturumlar
Kara Küme	Erkek	Kasım	Oturumlar + Görüşmeler
	Bayan	Nisan	Oturumlar
	Bayan	Cansu	Oturumlar + Görüşmeler
Sarı Küme	Erkek	Mete	Oturumlar
	Bayan	Tuğçe	Oturumlar

Tablo 1’de görüldüğü gibi 13 öğrenci dört kümeye ayrılmıştır. Amaçlı olarak yapılan altı kişilik daha küçük katılımcı grubun seçimi, dört kümeden üçünden birer kişi (Yeşil Kümeden: “Ekin”; Kara Kümeden: “Kasım”; Sarı Kümeden: “Cansu”) ve bir kümedekilerin de tamamı (Gök Küme: “Bulut, Eylül, Hira”) alınarak yapılmıştır. Görüşme yapmak üzere seçilen katılımcıların dördü bayan (Cansu, Ekin, Eylül, Hira), ikisi erkektir (Bulut, Kasım). Bu katılımcılar da diğer katılımcılarla birlikte PDÖ oturumlarına katılmışlar, bunun yanı sıra görüşmelere de katılmışlardır.

3. Verilerin Toplaması

Araştırmanın nitel verilerinin nicel verilere göre çoğunluk oluşturması nedeniyle, araştırma sonuçlarının geçerlilik ve güvenilirliği göz önüne alınarak veri çeşitliliğine gidilmiştir (Patton, 1990). Araştırmada kullanılan ölçme araçları Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 2. Araştırmada kullanılan ölçme araçları

Ölçme Araçları	Yapısı
Isı ve Sıcaklık Kavram Ölçeği (ISKÖ)	Nicel
Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu	Nitel
PDÖ Oturum Formları	Problemin Analizi Formu (PAF)
	Alt Problem Formu (APF)
	Problemin Çözümü Formu (PÇF)
	Beyin Fırtınası Formu (BFF)
	Deneysel Araştırma Formu (DAF)
PDÖ Değerlendirme Formları	Senaryo Değerlendirme Formu (SDF)
	Etkinlik Değerlendirme Formu (EDF)
	Öz Değerlendirme Formu (ÖDF)
	Küme Arkadaşını Değerlendirme Formu (KADF)

Tablo 2’de verilen ve çalışmada veri toplamak için kullanılan ölçme araçlarını, yapı bakımından nicel, nitel ve hem nicel hem de nitel veri barındıran ölçme araçları olarak üçe ayırabiliriz. Burada ISKÖ tamamen nicel yapıda bir ölçme aracıdır. Yarı yapılandırılmış görüşme ve doküman incelemesi yoluyla değerlendirilecek olan PDÖ Oturum Formları ise nitel yapıdadır. PDÖ Değerlendirme Formları ise hem nicel hem de nitel veriler içermektedir.

Ölçme araçları işlev ve amaç bakımından da iki biçimde kullanılmıştır. Araştırmanın iki alt amacını incelemek için ayrı ayrı üçgenleme yapılmıştır. Temelde araştırmada dört grup veri kaynağı bulunmaktadır. Bunlar şöyledir:

- a. İlk grup veri kaynağını ön test ve son test analizi yapılmak amacıyla elde edilen nicel test oluşturmaktadır, ki bu kavramsal anlamda ilk ve son durumu nicel olarak ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu veri kaynakları örneklemin tamamı üzerinde genel sonuçlara varmak için kullanılmıştır. Ancak ikinci grup veri kaynaklarını desteklemek amacıyla bireysel olarak da incelenmiştir.
- b. İkinci grup veriler ise yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilmektedir. Bu grup veriler, kavramsal olarak katılımcının geçirdiği evreleri nitel olarak ortaya koymayı ve sürecin katılımcıya etkisini betimlemeyi amaçlamaktadır. Bir tek katılımcı temel alınarak kavramsal boyutta ayrıntıya inilmiştir. İkinci grup veri kaynakları, yani yarı yapılandırılmış görüşmeler, katılımcıdaki kavramsal değişimi ve sürecin katılımcılara etkisini göz önüne sermektedir.
- c. Üçüncü grup veriler ise öğrencilerin küme olarak süreç boyunca aldığı notlar ve doldurdıkları izleme formlarından elde edilen nitel veri kaynaklarıdır. Süreç boyunca toplanan belgeler, değişimi PDÖ süreci ile ilişkilendirmeyi amaçlamaktadır.
- d. Dördüncü grup veri kaynakları ise katılımcıların süreçle ilgili değerlendirmelerinin olduğu nicel ve nitel kısımları bulunan anketlerden oluşmaktadır.

Birinci, ikinci ve üçüncü grup veri kaynakları araştırmanın kavramsal öğrenme boyutuna yöneliktir. Dördüncü grup ve ikinci grup veri kaynakları ise, araştırmanın PDÖ'nün duyuşsal etkileri boyutuna yöneliktir.

3.1. Isı ve Sıcaklık Kavram Ölçeği

Isı ve sıcaklık ile ilgili temel kavramlara yönelik olarak, araştırmacı tarafından geliştirilen Isı ve Sıcaklık Kavram Ölçeği (ISKÖ), 38 sorudan oluşan beş seçenekli çoktan seçmeli ve dolayısıyla nicel ölçüm yapma olanağı sağlayan bir ölçektir. Alanyazında konu ile ilgili var olan ölçekleri kullanmak yerine, araştırmacı tarafından geliştirilmesinin nedeni, alanyazında daha önceden geliştirilmiş olan ölçeklerin amaca uygun olmayışıdır. Alanyazın taraması sırasında, ısı ve sıcaklık kavramlarının yanı sıra iç enerji kavramını ve aynı zamanda konunun bileşenlerini kapsayan, belirlenen kazanımlara yönelik ve aynı zamanda düzey bakımından uygun bir ölçme aracına ulaşılamamıştır. Ölçeğin geliştirilmesi sırasında, bu konuda daha önce ölçek geliştirmiş olan bazı araştırmacıların ölçeklerinden de yararlanılmıştır (Thornton ve Sokoloff, 2001; Başer, 2003). Ölçeğin geliştirilmesi sırasında aşağıdaki basamaklar izlenmiştir (Gronlund, 1998).

PDÖ sürecinde öğrencilere kazandırılması amaçlanan kazanımların ölçülmesi gerekmektedir. Ölçeğin kavramsal olarak ölçeceği kazanımlar belirlenmiştir. Bu kazanımlar belirlenirken fizik eğitimi uzmanlarından görüş alınmıştır. Üç uzmandan alınan görüşler doğrultusunda kazanımlar son biçimini almıştır. Kazanımlar belirlenirken, ısı ve sıcaklığın kapsamı ve bu kapsama en uygun düşen kavramsal temel kazanımların alınması uygun görülmüştür. Aynı zamanda kazanımların çoktan seçmeli bir ölçek ile ölçülebilir nitelikte olmasına özen gösterilmiştir. Ölçek ile ilgili belirlenen kazanımlar Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Etkinlik için belirlenen kazanımlar.

Konu	Kazanımlar
1. Isı, Sıcaklık ve Isıl (Termal, İç) Enerji Kavramları	1.1. Isı, sıcaklık ve iç enerji kavramlarını açıklar. 1.2. Sıcaklık, ısı ve iç enerji kavramları arasındaki ilişkiyi örneklerle açıklar. 1.3. Isı sığası ve ısı iletim katsayısı arasındaki ilişkiyi açıklar.
2. Isının Aktarımı ve Yalıtımı	2.1. Isıl (termal) dengeyi sıcaklık farkı ve ısı kavramları ile ilişkilendirir. 2.2. Aktarılan ısı ile sıcaklık değişimi arasındaki ilişkiyi kavrar. 2.3. İletim yolu ile ısı aktarımının bağlı olduğu etmenleri kavrar. 2.4. Taşınım yolu ile yapılan ısı aktarımını açıklar. 2.5. Işınım yolu ile aktarılan enerjinin yayılmasını açıklar. 2.6. Bir maddedeki enerji aktarma hızı ile sıcaklık farkı arasındaki ilişkiyi keşfeder.
3. Genleşme	3.1. Genleşme ve büzülme olayını açıklar. 3.2. Genleşme ve büzülme olaylarına etki eden etmenleri açıklar. 3.3. Genleşmeye günlük yaşamdan örnekler verir.
4. Hal Değişirme	4.1. Hal değiştirmenin doğasını açıklar. 4.2. Isı aktarımı ve hal değiştirme ısı ile hal değişimi arasındaki ilişkiyi açıklar. 4.3. Basıncın hal değiştirme olaylarına etkisini açıklar.

Ölçeğin geliştirilmesi sürecinde ilk olarak, her kazanıma uygun sorular yazılmıştır. Bu sorular, soru havuzunda toplanmış ve yine üç ayrı uzmandan görüş alınarak kazanımlara uygun olup olmadığı ve bilimsel hata içerip içermediği denetlenmiştir. Sonra fizik ve fizik eğitimi alanında uzman üç kişinin görüşleri ile seçilen sorular ile bir ölçek oluşturulmuştur. Oluşturulan ölçek 38 beş seçenekli çoktan seçmeli soru içermektedir. Daha sonra 208 öğrenci ile ölçeğin ön uygulaması yapılmıştır. Bu uygulamaya katılan öğrencilerin dağılımı Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. ISKÖ için ön uygulamaya katılan öğrencilerin dağılımı.

Bölümü	Sayısı	Yüzdesi
Fizik Öğretmenliği	67	32,21
Kimya Öğretmenliği	37	17,79
Fen Bilgisi Öğretmenliği	104	50,00
Toplam	208	100,00

Yapılan ön uygulama verileri bilgisayar yardımıyla değerlendirilmiştir. Değerlendirme, her doğru cevap için “1” puan, yanlış cevaplar için “0” puan verilerek yapılmıştır. Boş bırakılan cevaplar ise dikkate alınmamıştır. Yapılan analizler sonucunda hesaplanan genel istatistikler Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. ISKÖ için yapılan ön uygulamanın genel istatistikleri.

Nicelik	Değeri
Soru Sayısı	38
Örneklem Sayısı	208
Ortalama Puan	19,82
Varyans	40,63
Standart Sapma	6,37
Çarpıklık	0,19
Basıklık	-0,64
En Düşük Puan	7,00
En Yüksek Puan	33,00
Ortanca	19,00
Ortalama Güçlük Derecesi	0,52
KR-20 Güvenirlilik Katsayısı	0,81

Ölçekten elde edilen verilerin 0,81 gibi yeterli bir güvenilirlik katsayısı olduğu görülmüştür. Ölçeğin ortalama güçlük derecesinin 0,50'ye yakın oluşu, ortalama puan ile ortancanın yakınlığı, çarpıklık ve basıklık oranlarının sıfıra yakın oluşu, ölçeğin sonuçlarının normal dağılıma oldukça yakın olduğunu göstermektedir. Ayrıca, ölçek için madde analizi de yapılmıştır. Ölçek sorularının ayırma gücü uygun düzeydedir.

Yapılan ön uygulama sonucunda, ölçeğin geçerli ve güvenilir, ayrıca normal dağılıma oldukça yakın sonuçlar verdiği, ölçek sorularının ayırıcılık gücünün istenen aralıklarda olduğu için ikinci bir ön uygulamaya gerek duyulmamıştır. Ölçek son durumunu bu biçimde almıştır.

ISKÖ, katılımcıların PDÖ uygulamaları öncesi kavramsal düzeyini belirlemek amacıyla ön test olarak; PDÖ uygulamaları sonrasında da aynı öğrencilere son test olarak uygulanmıştır. Ön test ve son test arasında tam 37 günlük zaman farkı vardır.

3.2. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Katılımcılardan alınan nitel veri gruplarından biri de görüşmelerden elde edilmiştir. Nitel araştırmalarda en sık kullanılan yöntemlerden biri olan görüşmeden, bu araştırmada öncelikle katılımcıların ısı ve sıcaklık ile ilgili kavramsal yapılarını betimlemede yararlanılmıştır. Ayrıca katılımcıların PDÖ süreci ile ilgili görüşlerine de yer verilmiştir. Bu araştırmada üstünlükleri nedeniyle yarı yapılandırılmış görüşme türü seçilmiştir. Bu araştırma için düzenlenen görüşme formu da Yıldırım ve Şimşek'in (2006) önerdiği görüşme formu örnek alınarak düzenlenmiştir. Bu araştırmada, görüşme formu yaklaşımı temel alınmış, ancak alınan cevapların farklılaştığı ve görüşmenin yeni bir yol izlediği durumlarda bazen sohbet tarzı görüşme yaklaşımına da başvurulmuştur.

Katılımcılara beş hafta boyunca her hafta ısı, sıcaklık ve iç (ısı/termal) enerji kavramları ile ilgili doğrudan sorular yöneltilmiş, etkinlik boyunca ilerleyen haftalarda ısı ve sıcaklık ile ilgili kavramsal süreçler olan ısı iletimi, hal değişimi ve genleşme süreçleri de örnek olay olarak eklenerek sorulara zenginlik katılmıştır. Böylelikle katılımcıların bu süreçlere ilişkin düşüncelerinden yararlanarak ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramları ile ilgili zihinsel yapısı anlaşılmasına çalışılmıştır. Bu amaçla, görüşmelerde kısa cevaplı sorulardan çok, "neden", "nasıl" gibi açıklayıcı cevaplara yönelik sorulara ağırlık verilmiştir.

Görüşmeler sırasında, kavramlarla ilgili veri toplanmasının ardından, PDÖ çalışmasının izlediği yol ve yapısı ile ilgili de katılımcıların düşünceleri sorulmuştur. Buradan elde edilen veriler de PDÖ yaklaşımının öğrenciler üzerindeki etkisini betimlemekte kullanılmıştır.

3.3. PDÖ Oturum Formları

PDÖ oturumları sırasında kümelerin eğitim yönlendiricisi tarafından yönlendirilmesi söz konusudur. Bu çalışmada kümelerle tek tek ilgilenilmesinin yanı sıra bu yönlendirme, kümedeki öğrenciler tarafından doldurulması beklenen bir takım formlarla da pekiştirilmiştir. Bu formların tümü, Yaman (2003) tarafından başka bir PDÖ çalışması için geliştirilmiştir. Araştırmacı tarafından, formlar bu çalışmaya göre uyarlanmış ve kullanılmıştır. Uyarlanmış formlar, geliştiricinin de düşüncesi alınarak son durumuna getirilmiştir. Bu formlar, beş türde olup çeşitli zamanlarda ve çeşitli amaçlarda kullanılacak biçimdedir. Bunlar; Problemin Analizi Formu (PAF), Alt Problem Formu (APF), Problemin Çözümü Formu (PÇF), Beyin Fırtınası Formu (BFF) ve Deneyisel Araştırma Formu (DAF) şeklinde adlandırılmıştır.

PAF, ilk oturum sırasında kullanılmak, problemin analizi ile ilgili düşünceleri kayıt altına almak amacıyla tasarlanmıştır. APF, ara oturumlar sırasında alt problemleri analiz etmek ve çözüm aşamalarını kaydetmek amacıyla tasarlanmıştır. PÇF, son oturum sırasında, daha önceden gerçekleşen oturumlarla alt problemlere ilişkin

çözümlerin birleştirilip, ana problemin çözümü ile ilgili bir sentezin yapıldığı son oturumdaki düşünceleri kayıt altına almak amacıyla kullanılmıştır.

BFF, kümeler tarafından, gerek ilk oturum, gerek ara oturum, gerekse son oturum sırasında yaratıcı düşünce üretmek amacıyla yapılan Beyin Fırtınası etkinliklerini kayıt altına almak için tasarlanmıştır. Bu etkinlik sırasında üretilen düşünceler, bu düşüncelerden onaylananların ve geri çevrilenlerin BFF üzerinde kayıt altına alınması sağlanmıştır. Kümeler, Beyin Fırtınası tekniğinden yararlandıklarında BFF üzerine bu etkinliği kaydetmişlerdir. Aynı şekilde DAF, yapılan deneylerin kayıt altına alınması amacıyla tasarlanmıştır. Bu formda bir deneyin aşamalarına uygun bölümler bulunmaktadır. Deney yapma yoluna giden tüm kümeler, DAF üzerinde deneylerini kayıt altına almışlardır.

3.4. PDÖ Değerlendirme Formları

PDÖ Değerlendirme Formları, PDÖ sürecinin başında veya sonunda, öğrencilerin başlangıçta PDÖ yaklaşımına nasıl baktıkları veya sonunda nasıl etkilendiklerini belirlemek amacıyla tasarlanmış formlardır. Bu formlar, Serin (2009) tarafından kullanılan PDÖ formlarından yararlanılarak, çalışmaya uyarlanmıştır. Bunlardan ilki olan Senaryo Değerlendirme Formu (SDF) PDÖ etkinliğinin başında; diğer formlar olan Etkinlik Değerlendirme Formu (EDF), Öz Değerlendirme Formu (ÖDF) ve Küme Arkadaşını Değerlendirme Formu (KADF) ise etkinlik sonunda uygulanmıştır. Bu formların her biri hem likert türde nicel veri, hem de açık uçlu türde nitel veri almak için bölümler içermektedir. Bu formlardan elde edilen nicel ve nitel veriler, görüşmelerden elde edilen etkinliğin işleyişi ile ilgili öğrenci görüşleri ile birlikte bütüncül olarak değerlendirilmiştir. Böylelikle, öğrencilerin PDÖ yaklaşımı ile gerçekleşen etkinlikten nasıl etkilendikleri betimlenmiştir.

SDF, toplam 14 adet likert önerme ve bir de öğrencilerin diğer görüşlerini yazabilecekleri açık uçlu bir soru içerir. PDÖ etkinliklerinin başında iki kez, iki ayrı senaryo için uygulanmıştır. SDF'nin ilk uygulanması, katılımcılar gruplara ayrılmadan önce ve bir örnek senaryo ile gerçekleşmiştir. Örnek senaryo hakkında katılımcıların görüşleri, kümelere ayırma işleminde yardımcı olmuştur. SDF'nin ikinci uygulaması ise, kümelere ayırma işlemi gerçekleştirildikten sonra, gerçek etkinliği oluşturan ana senaryonun değerlendirilmesi için yapılmıştır. İkinci uygulama, diğer PDÖ Değerlendirme Formları ile birlikte, etkinliğin değerlendirilmesi için kullanılmıştır.

EDF, toplamda 32 adet likert önerme ve bir de öğrencilerin görüşlerini yazarak ifade etmelerine olanak sağlayan açık uçlu bir soru içermektedir. EDF etkinlik sonunda uygulanmıştır ve EDF'den elde edilen veriler, PDÖ etkinliğinin öğrenciler üzerindeki etkisini betimlemekte kullanılmıştır.

ÖDF, toplamda sekiz açık uçlu soru ve 14 likert türü önermeden oluşur. ÖDF, öğrencilerin öz eleştiri yapmalarına ve PDÖ etkinliğinin kendileri üzerindeki etkilerini değerlendirmelerine olanak sağlar. KADF, toplamda dört açık uçlu sorudan ve 14 likert türü önermeden oluşmaktadır. Diğer PDÖ Değerlendirme Formları ve özellikle de ÖDF ile birlikte bütüncül olarak değerlendirilmiş, öğrencilerin birbirleri ve kendileri ile ilgili görüşleri karşılaştırılmıştır.

4. Verilerin Analizi

4.1. Nicel Verilerin Analizi

ISKÖ, araştırmacı tarafından geliştirilmiş beş seçenekli çoktan seçmeli bir kavram ölçeğidir. ISKÖ, 38 test sorusundan oluşmaktadır. Her sorunun bir doğru cevabı vardır. Değerlendirme yapılırken her doğru cevap için "1" puan verilmiş, her yanlış cevap için ise "0" puan verilmiştir. Boş bırakılan sorular dikkate alınmamıştır. Yani bir öğrenci ölçekten en çok 38 puan alabilmektedir.

ISKÖ, etkinlik öncesi ön test ve etkinlik sonrası son test olmak üzere iki kez uygulanmıştır. Ön test ve son test için tanımlayıcı istatistiksel analizler yapılmıştır. Aynı zamanda, ön test ve son test uygulamalarının yapıldığı birçok araştırmada, ön test ile son test sonuçları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı incelenir. Ancak bu tür nicel verilerin analizlerinde genelde örneklem grupları geniş seçildiği için “Bağımlı Örneklem T-testi” gibi dağılıma bağımlı (parametric) istatistiksel analizler sağlıklı olarak uygulanabilirken, 13 kişi gibi az sayıdaki bir örneklem grubu ile bu tür dağılıma bağımlı istatistiksel analizler sakıncalıdır. Bunun yerine dağılıma bağımlı olmayan (non-parametric) istatistiksel analizlerin yapılması gerekmektedir. Bu durumda da, dağılıma bağımlı olmayan analizlerden Wilcoxon İşaretli-Sıralar Testi (Wilcoxon Signed-Rank Test) kullanılmıştır.

Diğer bir nicel veri grubu olarak, PDÖ Değerlendirme Formları’nın likert önermeleri ele alınmıştır. Bu likert önermeler beş seçenekli olarak hazırlanmıştır. Bu beş seçenekten en olumlu olanına “5”; en az olumlu veya en olumsuz olanına ise “1” puan verilmiştir. Diğer bir nicel veri grubu olarak, PDÖ Değerlendirme Formları’nın likert önermeleri ele alınmıştır. Bu likert önermeler beş seçenekli olarak hazırlanmıştır. Bu beş seçenekten en olumlu olanına “5”; en az olumlu veya en olumsuz olanına ise “1” puan verilmiştir. Bu puanlar yorumlanırken, verilebilecek en yüksek puan ile en düşük puan arasındaki farkı, seçenek sayısına bölerek yorumlama için puan aralıkları belirlenmiştir. Her bir önermeye verilen cevapların puanları en düşük “1”, en yüksek ise “5” olduğu için ve beş seçenek olduğu için $((5 - 1) / 5 = 0,8)$ olduğundan, bu aralıklar formalara göre değişiklik göstermekle birlikte Tablo 6’daki gibi olmuştur.

Tablo 6. Likert türü önermeler için değerlendirme ölçütleri

Aralıklar	Bölge	Bölge
1,00 – 1,80	Çok Olumsuz	Çok Az Yararlı
1,80 – 2,60	Olumsuz	Az Yararlı
2,60 – 3,40	Yansız	Yararlı
3,40 – 4,20	Olumlu	Çok Yararlı
4,20 – 5,00	Çok Olumlu	Çok Fazla Yararlı

Her bir önerme için verilen puanların ortalamaları alınmış, ortalamaların belirlenen aralıklardan hangisine düştüğü saptanmış ve buna göre yorumlama yapılmıştır. Kümeleri oluşturan öğrencilerin likert türü önermelere verdikleri cevapların ortalamalarının aynı aralığa düşüp düşmediği de belirlenmiştir. Buna göre diğer veri kaynaklarıyla bütüncül olacak biçimde yorumlamalarda bulunulmuştur.

4.1. Nitel Verilerin Analizi

Araştırmada nitel veriler; görüşmeler, öğrencilerin çalışma notları, PDÖ Oturum Formları ve PDÖ Değerlendirme Formları’nın açık uçlu bölümlerinden elde edilmiştir. Görüşmelerden elde edilen veriler, ses kayıt aygıtı ve görüntü ile kaydedilmiş olduğundan, öncelikle bilgisayar ortamında yazıya aktarılmıştır. Altı katılımcının her biri ile yapılan beşer görüşmenin görüşme kaydına ilişkin bu yazılı dökümler ham veri grubu olarak alınmıştır. Öğrencilerden alınan çalışma notları, PDÖ Oturum Formları ve PDÖ Değerlendirme Formları’nın açık uçlu bölümleri yazılı birer belge oldukları için belge incelemesi yoluyla doğrudan değerlendirmeye alınmıştır.

Yapılan görüşmeler içerik analizi, diğer nitel veriler ise betimsel analiz yapılmıştır. İçerik analizi sırasında, verilerin kodlanması, temaların bulunması, kodların ve temaların örgütlenmesi, bulguların tanımlanması ve yorumlanması aşamaları uygulanmıştır. Bu araştırmada katılımcılardan elde edilen verilerin çeşitliliği nedeniyle kodlama işlemi verilerden çıkarılan kavramlara göre yapılmıştır. İçerik analizi sırasında yapılan kodlamalar araştırmacı tarafından yapılmıştır. Ayrıca araştırmacının güvenilirliğini arttırmak için fizik eğitiminde uzman üçer kişi tarafından da

kodlanmıştır. Bu uzmanların birbirinden bağımsız olarak yaptıkları kodlamaların tutarlılığı incelenmiştir. Uzmanların aynı ifade için kullandıkları aynı kod “Görüş birliği”, değişik kod ise “Görüş ayrılığı” olarak alınmıştır. Tutarlılık oranını belirlemek için; $[(\text{Görüş birliği}) / (\text{Görüş Birliği} + \text{Görüş Ayrılığı})] \times 100$ bağıntısı kullanılmıştır (Miles ve Huberman, 1994). Bu bağıntı, yüzde olarak görüş birliği oranını vermektedir. Bu araştırmada bu oran, %74,3 olarak tespit edilmiştir.

İçerik analizi ile sözcük sözcük kodlanan veriler, gömülü kuram kullanılarak kuramlaştırılmıştır. Öncelikle kodlar, soyut ve açıklayıcı terimler veya söz grupları altında toplanır. Bu kod gruplarına kategoriler denir (Strauss ve Corbin, 1998). Kategoriler kavramlara, özelliklerine ya da olaylara göre olabilir. Bu kategoriler de alt kategorilere ayrılarak kodlar kümelenir. Bu kategori ve alt kategoriler, kavramların alt boyutları ve ilişkilerini incelemek için mikro analiz yapmayı kolaylaştırır. Kategoriler ve alt kategoriler arasındaki ilişkiler kuramın açıklayıcı özelliğini artırır (Strauss ve Corbin, 1998). Gömülü kuram yaklaşımının ana amacı, verileri tekrar tekrar inceleyerek değişkenleri (kategoriler, kavramlar, süreçler ve özellikler) ve aralarındaki ilişkileri ortaya çıkararak etiketlemektir.

Nitel araştırmalarda geçerlilik ve güvenilirlik, nicel araştırmalardan başka yollarla sağlanır. Lincoln ve Guba (1985), araştırmalarda geçerlilik ve güvenilirliği arttıracak bazı stratejiler önermektedir. Lincoln ve Guba’ya göre (1985), iç geçerlilik yerine inandırıcılık, dış geçerlilik yerine aktarılabilirlik, iç güvenilirlik yerine tutarlılık ve dış güvenilirlik yerine de onaylanabilirlik kavramlarını kullanmak daha uygundur.

Araştırmada inandırıcılığı arttırmak için verilerde çeşitlemeye gidilmiştir. Katılımcıların tüm görüşlerini olduğu gibi yansıtabilmek açısından değişik veri kaynaklarından aynı verilere ulaşmaya çalışılmıştır. Araştırmalarda aktarılabilirliğin artırılması için ise betimleme ve amaçlı örnekleme olmak üzere iki yöntem kullanılmaktadır (Erlanson ve diğerleri, 1993). Bu araştırmada da katılımcılar, önceden belirlenen bir takım ölçütlere göre amaçlı örnekleme yoluyla seçilmişlerdir. Araştırmada tutarlılık, aynı katılımcıdan alınan verilerin tutarlı olup olmaması, yapılan yorumların tutarlı olup olmaması ile ilgilidir. Bu amaçla, değişik veri toplama yolları ile katılımcılardan elde edilen veriler sık sık karşılaştırılmış ve tutarlılığı denetlenmiştir. Nitel araştırmalardaki nesnellik, onaylanabilirlik kavramı ile açıklanmaya çalışılmıştır. Bunun için ulaşılan sonuçlar sık sık ham verilerle karşılaştırılıp onaylanabilirlik artırılmaya çalışılmıştır.

C. Bulgular ve Yorum

Bu araştırma, “Isı ve sıcaklık ile ilgili temel kavramların öğrenilmesi üzerine PDÖ’nün nasıl bir etkisi vardır?” sorusuna cevap aramayı amaçlamaktadır. Bu soru tümcesi, araştırmanın temel soru tümcesini oluşturmaktadır. Araştırmanın alt soruları ise şöyledir:

1. PDÖ süreci boyunca ısı ve sıcaklık ile ilgili kavramların ve kavramlara bağlı olan doğal süreçlerin, başından sonuna kadar öğrenilme sürecinin izlediği değişim nasıldır?
2. PDÖ yaklaşımının, öğrencilerin üzerindeki duyuşsal ve bilişsel etkisi nasıldır?

Bu araştırma, belirtilen ana soruya cevap aramaktadır. Bu amaçla öncelikle alt sorulara cevap aranmış, verilen problemin cevaplanmasına çalışılmıştır.

1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Bu bölümde, katılımcıların ısı ve sıcaklığa ilişkin kavramları ve kavramlar arası ilişkileri içeren süreçleri algılama biçimlerinin PDÖ süreci boyunca nasıl değiştiği betimlenmiştir.

1.1. ISKÖ'den Elde Edilen Bulgular

Bu kısımda ISKÖ'den elde edilen veriler iki başlık halinde incelenmiştir. Öncelikle ön test ve son test verileri karşılaştırılarak tüm katılımcılara ilişkin genel bulgulara değinilmiştir. Daha sonra ise derinlemesine analiz için seçilen Ekin adlı katılımcının ön test ve son test verileri bireysel olarak ele alınmıştır.

1.1.1. ISKÖ için Ön Test ve Son Test Verilerinin Genel Karşılaştırması

Ön test ve son test için tanımlayıcı istatistiksel analizler yapılmıştır. Ön teste ve son teste ilişkin tanımlayıcı istatistiksel analizler Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Ön test ve son teste ilişkin tanımlayıcı istatistiksel analizler

Değer	Ön Test	Son Test
Öğrenci Sayısı	13	13
En Düşük Puan	15	15
En Yüksek Puan	26	33
Ortalama Puan	19,15	23,38
Standart Hata	0,78	1,61
Standart Sapma	2,59	5,81
Varyans	7,81	33,76
Çarpıklık	1,22	0,01
Basıklık	2,45	-1,23

Tablo 7'de verilen ön test ve son test değerlerine göre, öğrencilerin son testteki ortalama puanlarının daha yüksek oluşu son testte daha başarılı olduklarını göstermektedir. Ancak son testin varyansının daha yüksek olması, puanlardaki dalgalanmanın daha fazla olduğunu göstermektedir. Zaten en yüksek ve en düşük puanlar arası fark olan değişim aralığı da son testte daha fazladır.

Ön test ve son test verilerinden yararlanarak, bir başka istatistiksel analiz daha yapılmıştır. Bu analiz, ön test ve son test uygulamalarının yapıldığı araştırmalarda uygulanan bir yöntemdir. Burada ön test ile son test sonuçları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı incelenmiştir. Verilerin analizinde, örneklem grubunun sayısının yetersiz olmasından ötürü dağılıma bağımlı analizlerden bağımlı örneklem t testi yerine, onun dağılıma bağımlı olmayan eşdeğeri olan Wilcoxon İşaretli-Sıralar Testi kullanılmıştır. Wilcoxon İşaretli-Sıralar Testi sonuçları, Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Wilcoxon İşaretli-Sıralar Testi sonuçları

Sontest-Öntest	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	P
Eksi Sıra	3	3,00	9,00	-2,36	0,018
Artı Sıra	9	7,67	69,00		
Eşit	1	-	-		

Tablo 8'de eksi sıralar temeline dayalı olarak Wilcoxon İşaretli-Sıralar Testi'nin sonuçları verilmiştir. Yani değerlendirmede ön test temel alınmıştır. Buna göre son testteki değişimin anlamlı olup olmadığı incelenmiştir. Anlamlılık değeri 0,05'in altında bulunmuştur. Dolayısıyla son test lehine anlamlı bir fark saptanmıştır.

1.1.2. ISKÖ Verilerinin Ekin için Bireysel Analizinden Elde Edilen Bulgular

Bu aşamada, daha derinlemesine veri elde edilmesi için seçilen, Ekin adlı katılımcıya ilişkin ön test ve son test verileri soru temelinde kavramsal olarak incelenmiştir. Ekin, ön testteki 38 sorudan 26'sına, son testte ise 30'una doğru cevap vermiştir. Ekin'in ön test ve son test verileri incelendiğinde, dokuz soruya farklı cevap

verdiği görülmüştür. Bu sorulara verilen cevapları ve soruların kazanımlara göre dağılımı Tablo 9’da görülmektedir.

Tablo 9. Ekin’in cevabını değiştirdiği sorular ve kazanımlara göre dağılımı

Soru	Ön Test Cevabı	Son Test Cevabı	Doğru Cevap	Değişim	Kazanım
3	E	A	A	Olumlu	1.1
4	A	C	C	Olumlu	1.2
5	B	C	B	Olumsuz	1.2
8	A	D	D	Olumlu	1.3
16	D	A	A	Olumlu	2.3
19	E	B	D	Etkisiz	2.5
29	A	C	C	Olumlu	3.3
31	C	B	B	Olumlu	4.1
36	B	A	B	Olumsuz	4.3

Tablo 9’dan da görüldüğü gibi, Ekin ön testte verdiği cevaplardan dokuzunu değiştirmiş ve son testte bu sorulardan altısını doğru cevaplamıştır. Bunlar olumlu değişim olarak adlandırılmıştır. Ön testte doğru cevapladığı halde son testte yanlış cevapladığı soru sayısı ikidir. Bu değişim ise olumsuz değişim olarak adlandırılmıştır. Ekin’in cevabını değiştirdiği halde hem ön testte hem de son testte yanlış cevapladığı bir soru bulunmaktadır. Bu soruda değişim etkisiz olarak adlandırılmıştır.

1.2. Ekin’in İçinde Olduğu Kümenin PDÖ Oturum Formlarının ve Diğer Belgelerinin Betimsel Analizinden Elde Edilen Bulgular

Katılımcılar, beş hafta boyunca toplamda altı oturum gerçekleştirmişlerdir. Bunlara sırasıyla Problemin Analizi Oturumu (PO), Birinci Alt Problem Oturumu (A1), İkinci Alt Problem Oturumu (A2), Üçüncü Alt Problem Oturumu (A3), Dördüncü Alt Problem Oturumu (A4), Çözüm ve Sunum Oturumları (SO) adları verilmiştir. Bu oturumlar boyunca katılımcılar kümeler halinde çalışmalarını not etmiş ve kendilerine daha önceden verilen oturum formlarına kaydetmişlerdir. Ayrıca araştırmaları sonucunda elde ettikleri bilgileri de gerek bilgisayar çıktısı gerekse el yazısı ile aldıkları notlar ve çizimler biçiminde kayıt altına almışlardır. Bu belgeler çalışma sonunda araştırmacı tarafından toplanmış ve betimsel olarak incelenmiştir.

İlk oturumda (PO) Ekin’in araştırmakla görevlendirildiği konular, enerji kaynakları ve özellikleri ile yalıtım malzemelerinin özellikleri biçiminde ikiye ayrılabilir. A1 oturumunda Ekin araştırma yapmış ve tartışmalara katılmıştır. A2 oturumunda, ilk oturumda enerji kaynaklarını araştırma görevini üstlenen Ekin, özellikle Jeotermal Enerji üzerinde durmuş, araştırmalarını bu alanda yoğunlaştırmıştır. A3 oturumunda özellikle temel kavramlara yönelik çalışmışlardır. A4 oturumunda Ekin’in küme içindeki görevi Rüzgar Enerjisini araştırmak olmuştur. SO’da ise sunum yapmıştır.

Oturumlarda bilimsel yanlışlar ve hatalar içeren kaynaklara erişildiği tespit edilmiştir. Bu kaynakların yanlışları arttırabilmesi mümkündür. Ayrıca kaynak çeşitliliği gözlemlenmiştir.

1.3. Ekin ile Yapılan Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerin Analizinden Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde Ekin ile yapılan görüşmeler incelenmiştir. Araştırmacı, katılımcı ile yaptığı görüşmelerin dökümlerini çıkarmış, içerik analizi yöntemi ile incelemiştir. Bunun için öncelikle her bir görüşme kaydı titizlikle incelenmiş ve katılımcının sorulara verdiği cevaplar doğrultusunda ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramları ile ilgili olarak öne sürdüğü önermeler ayrı ayrı çıkarılmış, bu önermelerin her biri bir kod olarak alınmıştır. İlgili kodlar temalar (alt kategoriler) başlığı altında, temalar ise kategoriler başlığı altında gruplanmıştır.

Katılımcı ile yapılan görüşmeler önce ayrı ayrı ele alınmıştır. Katılımcı ile süreç boyunca toplamda beş görüşme yapılmıştır. Her bir görüşme önce kendi içinde değerlendirilmiş, daha sonra süreç göz önünde bulundurularak bütüncül olarak ele alınmıştır. Bunun için şu aşamalar izlenmiştir:

- Katılımcıya ilişkin görüşme dökümlerinden yararlanılarak kodların çıkarılması.
- Kodların gruplanması ve temaların elde edilmesi.
- Temaların gruplanarak kategorilerin elde edilmesi.
- Her bir görüşme için görüşme süresinde kategorilerdeki kodların zamana bağlı olarak grafiğinin çıkarılması.
- Grafiklerden yararlanarak kodlar ve temalar arasında ilişkilerin saptanması.
- Görüşmelerden alıntılar yapılarak yorumlanması.

Görüşmeler için çıkarılan grafiklerde, kodlar ve temalar arası ilişkilerin belirlenmesinde, öncelikle görüşme sürecinde aynı anda veya ardışık olarak yinelenen kodların hangileri olduğu belirlenmiştir. Daha sonra bu kodlar arasında mantıksal bir bağ olup olmadığı o sırada gerçekleşen konuşma parçasından alıntı yapılarak incelenmiştir. Bu yolla ilişkiler belirlenmiştir.

Kodlar arası ilişkinin belirlenmesinin ardından, görüşmedeki tüm ilişkiler zamansal sıralama da göz önüne alınarak değerlendirilmiş, bir görüşme için genel bir yorum yapılmıştır. Katılımcıya ilişkin tüm görüşmeler bu şekilde değerlendirildikten sonra, elde edilen ilişkilerin tema bazında ve genel olarak zamansal sıralaması göz önüne alınarak katılımcının zihnindeki kavramsal yapının süreç boyunca hangi aşamalardan geçtiği betimlenmiştir.

Burada görüşmelerin ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramları ile ilgili olarak katılımcının görüşleri değerlendirilmiştir. Bu amaçla, kavramlarla ilgili doğrudan sorular sorulduğu gibi; ısı aktarımı, hal değişimi, genleşme gibi örnekler üzerinden de katılımcının kavramlarla ilgili düşünceleri dolaylı olarak da betimlenmeye çalışılmıştır. Bu betimlemeler çoğu zaman önce tema ve kategoriler bazında gerçekleştirilmiş, daha sonra da bütüncül olarak ele alınmıştır.

Kategorilere ayrılmış olan kodlar ve temalar, katılımcı tarafından görüşme sırasında hangilerinin hangi zaman dilimlerinde dile getirildiği veya bu yönde önermede bulunduğu incelenerek grafiklere dökülmüştür. Bu grafikler yardımıyla ardışık önermeler de göz önüne alınarak ve doğrudan alıntılar yapılarak yorumlamaya gidilmiştir. Kodların zaman sıralaması ve eş zamanlı görülen kodların saptanması için grafik kullanılması alanyazında rastlanan bir durum değildir. Bu yöntem, araştırmacının geliştirdiği bir yöntemdir.

Grafiklerde düşey eksenle kodlar, yatay eksenle ise görüşme zamanı dakika olarak verilmiştir. Katılımcının dile getirdiği söylemlerde ilgili kodun hangi anda belirlendiği grafikte gösterilmiştir. Kodlar temalara göre gruplanmış ve temalar yatay bir çizgi ile birbirlerinden ayrılmıştır. Her bir grafik bir kategoriye temsil etmektedir. Ayrıca yorumlar yapılırken görüşmelerin o anda hangi fiziksel süreci örnek olay olarak ele aldığı da önemlidir. Bu sebeple ilk görüşmedeki grafik hariç diğer tüm grafiklerin üst tarafında bu durum kısaltmalarla belirtilmiş ve dikey ve kalın kesikli çizgilerle bölümlere ayrılmış, değişik konuların ele alındığı bölümler değişik renkte gösterilmiştir.

1.3.1. Ekin ile Yapılan Birinci Görüşmeden Elde Edilen Bulgular

Ekin ile yapılan ilk görüşme yardımı ile Ekin'in ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramları ile ilgili olarak kavramsal yapısı betimlenmiştir. Ekin'e göre ısı sürtünmeden dolayı açığa çıkan bir enerjidir ve maddeler tarafından saklanır. Sıcaklık ile ısı ve yine sıcaklık ile iç enerji arasındaki bağın neden-sonuç ilişkisi yönünden bağlı olduğu görülmektedir. Ayrıca madde, hem sıcaklığa hem de ısıya sahip olmasına karşın, iç

enerjiye sahip değildir. Zaten iç enerji de suyun büyük kütledeki sahip olduğu ve de kullanılabilir durumda olan ısı olarak belirtilmiştir. Buradaki diğer önemli ve dikkat çekici husus ise ısı değişimi kavramının ortaya atılmış olmasıdır. Bu kavramın ortaya atılış sebebi de yine maddenin ısıya sahip olduğu düşüncesidir. Çünkü Ekin, $Q = m.c.\Delta T$ ile verilen bağıntının neyi gösterdiğini bu yolla açıklamaktadır. Bu bağıntının ısı değişimini gösterdiğini düşünmekte ancak neden Q yerine ΔQ kullanılmadığını açıklayamamaktadır. Bu bağıntıdan yararlanarak maddenin sakladığı ısıyı hesaplamaya çalışan katılımcı, bu hesaplamada suyun donma noktası olan $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'yi temel almaktadır. Bu durumda sıcaklığın Celcius termometresinde eksi değerde olduğu durumlardaki ısıyı açıklayamayan katılımcı, hal değişimi ya da sıcaklık değişimi olmadan ısının hesaplanamayacağını veya saf olmayan maddelerin sakladığı ısının hesaplanamayacağı savlarını ileri sürmüştür. Ekin'e göre ısı ve sıcaklığın doğal sınırları yoktur. Ayrıca sıcaklık nitel gözleme dayandığı gibi aynı zamanda niceliktir de. Ancak sıcaklık enerji değildir.

1.3.2. Ekin ile Yapılan İkinci Görüşmeden Elde Edilen Bulgular

Ekin ile yapılan ikinci görüşmede ısı aktarım yollarının da görüşmelere dahil edilmesiyle kavram ve düşüncelerde artış gerçekleşmiştir. Ekin'in bir önceki görüşmeden kalan bazı düşüncelerini aynen koruduğu, bazılarında kuşku duymaya başladığı, bazılarını ise tamamen değiştirdiği görüldü. Ekin, ilk önce sıcaklığı taneciklerin ortalama kinetik enerjisi olarak tanımlamış, ancak daha sonra sıcaklığın enerji olmadığı düşüncesiyle bu düşüncesinden vazgeçmiştir. Ayrıca iç enerji ile ilgili su temelli görüşü kuşkulu hale gelmiş, ancak yerine yine kuşkulu olan tanecikler düzeyindeki enerjilerin toplamı düşüncesi gelmiştir. Ekin, ısının tanımını sürtünme eksenli düşünceden, taneciklerin titreşimi eksenli bir düşünceye doğru değiştirmiştir. Ekin'e göre taneciklerin toplam kinetik enerjisine ısı denir. Ayrıca Ekin'in tanecikler düzeyinde düşünceleri oluşmuş, bu sebeple görüşleri detaylanmıştır. Soğukluk, ısı dengesi, ısı aktarım yolları ve bunlar için verilen örnekler gibi yeni nesneler şemaya eklenmiş, ilişkileri belirlenmiştir. Bunun dışında ayrıca nicel sınırlar, alt ve üst sınır diye ikiye ayrılmıştır.

Ekin, iletim yolu ile ısı aktarımının temas eden yüzeylerden ve titreşim ile gerçekleştiğini, taşınım yolu ile ısı aktarımının, temas eden havanın hareket etmesi ile oluşan döngü ile gerçekleştiğini ve ışıınım yolu ile ısı aktarımının ise, ışık kaynaklarından çıkan ışık ile ve ışığın da tanecik özelliği ile gerçekleştiğini düşünmektedir. Ancak bu düşüncelerin ayrıntıları sorulduğunda kimi zaman cevap verememektedir.

1.3.3. Ekin ile Yapılan Üçüncü Görüşmeden Elde Edilen Bulgular

Ekin ile yapılan üçüncü görüşme sonunda, Ekin'in düşüncelerinde kısmen değişiklikler meydana gelmiştir. Bir önceki görüşmede ısı ile ilgili olarak dile getirdiği "toplam kinetik enerji" düşüncesi devam etmektedir. Isının madde miktarı ile arttığı düşüncesi de hakim düşüncedir. Bu durumda ısının maddede saklandığı düşüncesi de varlığını sürdürmektedir. Isı ile sürtünme arasındaki ilişki hakkındaki düşünceleri de devam etmektedir. Buna karşın, daha önceden belirsiz bir düşünce olarak kendini göstermiş olan sıcaklığın taneciklerin ortalama kinetik enerjisi olduğu düşüncesi, yerini taneciklerin ortalama kinetik enerjilerinin göstergesi düşüncesine bırakmıştır. Yani sıcaklığın enerji olmadığı düşüncesi ile tanıma "gösterge" eklemesi yapılmıştır.

İç enerji ile ilgili olarak "ısının kullanılabilir hali" düşüncesi, bir önceki görüşmeden bulanıklaşmış iken, bu görüşmede yeniden güçlü bir biçimde dile getirilmiştir. Önceden bulanık da olsa kendini gösteren "taneciklerin toplam enerjisi" düşüncesine ve iç enerji ile su arasında kurduğu bağlantıya bu görüşmede rastlanmamıştır. Bu duruma, Ekin'in iç enerji kavramı ile ilgili yeterli veriye

ulaşamamış olması, ısı ve iç enerji ile ilgili birçok kaynakta benzer veya aynı tanımın kullanılıyor olması etkili olabilir.

Ekin, temas eden maddelerin arasındaki iletim yolu ile ısı aktarımının sürtünme ve titreşim yolu ile olduğunu düşünmektedir. Sıcak olan maddenin atomlarının titreşiminin soğuk olan maddeye göre daha fazla olduğunu ifade etmiştir. Böylelikle maddelerin taneciklerinin sıcaklıklarından dolayı bir titreşim hareketi yaptığını ve her maddenin taneciklerinin böyle titreştiğini de düşündüğü anlaşılabılır. Ekin bu aktarımı, sürtünen iki maddenin ısı açığa çıkarması şeklinde düşünmektedir. Aynı zamanda çarpışma ve titreşim sözcüklerini sürekli birlikte kullanmakta, bu da ikisinin aynı şeyler olduğunu düşündüğünü gösterebilir. Bu olay sırasında da kinetik enerjinin korunduğunu düşünmektedir. Sürtünmeli ortamlarda kinetik enerjinin korunmadığı gerçeğini göz ardı etmektedir.

Ekin'in taşınım yolu ile ısı aktarımına ilişkin düşünceleri bir önceki görüşme ile aynıdır. Ancak ışıınım yolu ile ısı aktarımında, ışığın tanecik modeli ile yapmış olduğu açıklamayı, dalga modeline göre yaptığı yeni açıklama ile değiştirmiştir. Bulunduğu ortama göre daha sıcak olan maddelerin elektromanyetik dalgalar yaydığını bu dalgaların başka maddeler tarafından soğurulması ile ısı aktarımının gerçekleştiğini ifade etmektedir. Bunun için maddesel ortama gerek olmadığını düşünmektedir.

Ekin, ısı dengeyi maddelerin taneciklerinin titreşimlerinin eşitlenmesi olarak ifade etmektedir. Ancak bu eşitlenmenin titreşimin hızının mı, enerjisinin mi, sıklığının mı ya da başka bir özelliğinin mi eşitlenmesi şeklinde gerçekleştiğini belirtmemiştir.

1.3.4. Ekin ile Yapılan Dördüncü Görüşmeden Elde Edilen Bulgular

Dördüncü görüşmede Ekin'in ısı tanımını tamamen değiştirdiği görülmektedir. Bir önceki görüşmeye kadar ısıнын madde üzerinde saklanabilen bir enerji türü olduğunu, hatta taneciklerin toplam kinetik enerjilerinin ısıyı verdiğini söylemekteydi. Ancak bu görüşmede bu düşüncelerinden caydığını, ısıнын sıcaklık farkından kaynaklanan bir enerji olduğunu belirtmiştir. Ancak ısı ile sürtünme kuvveti arasında kurduğu ilişki devam etmektedir. Ekin ısıнын taneciklerin titreşimi sırasında birbirine sürtünmesi sonucu ortaya çıktığını, ısı denge sırasında bu sürtünmelerin eşit olduğunu, sıcaklık farkı olduğunda ise bu sürtünmelerin farklı olduğunu, bu sebeple ısı alışverişi gerçekleştiğini düşünmektedir. Ancak daha sonra bu düşüncesinden vazgeçmiştir.

Ekin, ısıнын nedeni olarak sıcaklık farkını göstermektedir. Sıcaklığı ise termometre ile ölçülen bir nicelik olmasına karşın göreceli olarak ifade etmektedir. İlk önce sıcaklığın maddeyi oluşturan taneciklerin ortalama kinetik enerjisi olarak ifade etmişse de, daha sonra sıcaklığın enerji olmadığı düşüncesiyle, taneciklerin ortalama kinetik enerjilerinin sıcaklığın bir ölçüsü olduğunu söylemiştir. Ona göre, duyu organlarıyla algılanır, sıcaklığın az olması durumuna ise soğuk denir ve soğukluğun fiziksel bir anlamı yoktur.

Ekin, iç enerjinin ısıнын geniş çapta elde edilebilir ve kullanılabilir biçimi olduğunu düşünmektedir. Ekin, ısı tanımını değiştirmiş olmasına karşın iç enerji tanımını değiştirmemiştir.

Birbirine temas eden maddelerde, ısı alışverişinin aralarında sıcaklık farkı olan maddelerde sıcak olandan soğuk olan doğru gerçekleştiğini düşünen Ekin, bunun temas eden yüzeylerde sürtünme biçiminde gerçekleştiğini, hatta havanın da bu dengeye gelmede etkili olduğunu düşünmektedir. Önce sürtünme sebebiyle bu sırada kinetik enerjinin korunmadığını söyleyen Ekin, daha sonra düşüncesini değiştirmiş ve kinetik enerjinin korunduğu düşüncesini edinmiştir.

Ekin'e göre her maddeyi oluşturan tanecikler sürekli hareket halindedir ve bu hareket titreşim hareketi şeklindedir. Bu titreşim hareketinin nedeni de sıcaklıktır. Sıcaklık arttığında hareketin frekansı artmakta, azaldığında ise frekans azalmaktadır. Isı

alışverişi sırasında bu tanecikler çarpışır ve sürtünür. Taneciklerin titreşim sıklığı aynı olana kadar alışveriş devam eder. Ancak Ekin frekans ile ilgili bu görüşünden görüşmenin sonunda vazgeçmiştir. Fakat yerine yeni bir açıklama getirememiştir.

Ekin, her maddenin sıcaklığından ötürü bir ısıma yaptığını bu ısımanın farklı sıcaklıktaki maddeler arasında olduğunu söylemektedir. Ancak burada ısıtım yolu ile ısı aktarımının sadece sıcak maddeden soğuk olana doğru değil, soğuk olandan sıcak olana doğru da olabileceğini söylemiştir.

1.3.5. Ekin ile Yapılan Beşinci Görüşmeden Elde Edilen Bulgular

Beşinci görüşmede, Ekin'in düşüncelerinde bir önceki görüşmeye göre bir karmaşa olduğu düşünülebilir. Dördüncü görüşmede ısının sıcaklık farkı olduğu sırada alınıp verilen ısı enerjisi olduğunu düşünmekteydi. Ancak bu görüşmede daha önceki görüşmelerde olduğu gibi ısı kavramını maddeyi oluşturan taneciklerin ortalama kinetik enerjileri olarak tanımlamış, fakat kendisine sorulan sorularla düşüncesinde çelişkiye düşmüştür. Ardından ısıyı sıcaklık farkı nedeniyle aktarılan enerji olarak ifade etmiştir. Ekin, maddelerin ısı saklamadığı konusundaki düşüncelerini yinelemiştir. Ekin ısının kaynağının sıcaklık farkı olduğunu düşünmektedir. Bu düşünce ile son tanımı uyumludur.

Ekin, sıcaklığı net olarak tanımlayamamaktadır. Bir önceki görüşme sıcaklığı taneciklerin ortalama kinetik enerjisi ile ilgili bir büyüklük olarak tanımlarken, bu görüşmede farklı tanımlar yapmıştır. Bunlar, sıcaklığın nitel olarak duyu organlarıyla algılanan bir his oluşundan, taneciklerin kinetik enerjileri ile ilgili bir büyüklük veya ısının bir ölçüsü oluşuna kadar farklılıklar içermektedir. Ancak bu tanımlarda ayrı ayrı çelişkileri mevcuttur. Ancak sıcaklığın hem nicel hem de nitel boyutu olan bir büyüklük olduğunu düşünmektedir.

Ekin, önceki görüşmelere göre en farklı tanımı iç enerji kavramı hakkında yapmıştır. İç enerjinin maddenin tanecikleri ile sahip olduğu kinetik ve potansiyel tüm enerjisi olduğunu ifade etmektedir. Ancak Ekin "ısı enerjisi" sözcüğü yerine "iç enerji" sözcüğünü kullanmaktadır. İlk görüşmelerde ise araştırmalarında "termal enerji" sözcüğünü kullanmakta idi. Sıcaklıkla iç enerjinin de artacağını düşünmektedir.

Ekin, ısının elektromanyetik dalgalar aracılığıyla aktarılabilirliğini düşünmektedir. Her maddenin sıcaklığından ötürü bir ısıma yaptığını ve daha sıcak olan maddenin yaptığı ısımanın daha soğuk olan madde tarafından soğurulduğunu düşünmektedir. Önceki görüşmede soğuk maddenin yaptığı ısımanın da sıcak madde tarafından soğurulduğunu belirtmişti. Ancak bu düşüncesinden bu görüşmede vazgeçmiştir. Ayrıca aynı sıcaklıktaki maddelerin de birbirlerinin yaptığı ısı ısımayı soğurduğunu ancak bunun sıcaklık değişimine neden olmadığını ifade etmektedir.

Ekin bir önceki görüşmede olduğu gibi her maddeyi oluşturan taneciklerin maddenin sıcaklığı nedeni ile titreşim hareketi yaptığını düşünmektedir. Bu titreşim hareketinin sıklığının sıcaklık arttığında artacağını, azaldığında ise azalacağını düşünmektedir. Bunun nedeni sorgulandığında ise geçerli bir neden ortaya koyamamaktadır.

2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Bu bölümde, PDÖ etkinliğinin ve küme çalışmasının katılımcılar tarafından nasıl algılandığını tespit etmek amacıyla geliştirilen PDÖ Değerlendirme Formları ve yarı yapılandırılmış görüşme sırasında öğrencilerin süreç ile ilgili olarak belirttikleri görüşleri çözümlenmiştir.

2.1. SDF'nin Analizinden Elde Edilen Bulgular

SDF'nin ilk uygulanması, katılımcılar kümelerine ayrılmadan önce bir örnek senaryo ile gerçekleşmiştir. Örnek senaryoya ilişkin katılımcıların görüşleri, kümelere

ayırma işleminde yardımcı olmuştur. Buna göre oluşan kümelerin SDF puan ortalamaları ve bireysel temeldeki sonuçları Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Örnek Senaryo için SDF'nin likert türdeki maddelerinin sonuçları

Katılımcı	Puan Ortalaması	Aralık	Küme	Küme Puan Ortalaması	Aralık
Papatya	4,36	Çok Olumlu	Yeşil	4,16	Olumlu
Masal	3,86	Olumlu			
Tanem	3,79	Olumlu			
Ekin	4,64	Çok Olumlu			
Hira	4,21	Çok Olumlu	Gök	4,17	Olumlu
Eylül	4,64	Çok Olumlu			
Bulut	3,64	Olumlu			
Kasım	4,36	Çok Olumlu			
Nisan	3,71	Olumlu	Kara	3,98	Olumlu
Damla	3,86	Olumlu			
Cansu	4,00	Olumlu			
Mete	3,71	Olumlu			
Tuğçe	3,43	Olumlu	Sarı	3,71	Olumlu
Ortalamalar:	4,02	Olumlu			

Tablo 10'a göre katılımcılar bireysel anlamda genel olarak "olumlu" veya "çok olumlu" görüşler belirtmişlerdir. Belirlenen kümelere baktığımızda tüm kümelerin üyelerinin aynı aralıkta (3,40 – 4,20) bir ortalamaya sahip olduğu görülmektedir. Kümelerin tümü örnek senaryoya "olumlu" yaklaşmaktadır.

Öğretmen adaylarının açık uçlu bölüme verdikleri cevaplardan da anlaşıldığı üzere, öğrencilerin bir bölümü, konunun daha çok mühendislik ile ilgili olduğunu, alanlarının biraz dışında kaldığını düşünmektedir. Aynı zamanda daha fazla ayrıntı istedikleri de görülmektedir. Örnek senaryo için öğrencilerin görüşleri, ana senaryonun son durumunu almasında göz önüne alınmıştır.

SDF'nin ikinci uygulaması ise, kümeleme işlemi tamamlandıktan sonra, etkinlikte kullanılan senaryonun değerlendirilmesi için yapılmıştır. İkinci uygulama, diğer ölçme araçları ile birlikte etkinliğin değerlendirilmesi için kullanılmıştır. Buna göre, katılımcıların ana senaryo için SDF'ye verdikleri cevaplardan elde edilen veriler Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Ana Senaryo için SDF'nin likert türdeki maddelerinin sonuçları

Katılımcı	Puan Ortalaması	Aralık	Küme	Küme Puan Ortalaması	Aralık
Papatya	4,07	Olumlu	Yeşil	4,12	Olumlu
Masal	3,64	Olumlu			
Tanem	3,92	Olumlu			
Ekin	4,86	Çok Olumlu			
Hira	4,00	Olumlu	Gök	4,14	Olumlu
Eylül	4,71	Çok Olumlu			
Bulut	3,71	Olumlu			
Kasım	4,50	Çok Olumlu			
Nisan	4,07	Olumlu	Kara	4,17	Olumlu
Damla	3,93	Olumlu			
Cansu	4,00	Olumlu			
Mete	3,14	Yansız			
Tuğçe	3,86	Olumlu	Sarı	3,67	Olumlu
Ortalamalar:	4,03	Olumlu			

Tablo 11'den elde edilen verilere göre, ana senaryoya karşı dokuz katılımcı "Olumlu", üç katılımcı "Çok Olumlu" ve bir katılımcı ise "Yansız" bir yaklaşım sergilemektedir. Katılımcıların hiç birinin senaryoya karşı olumsuz bir yaklaşımı olmamıştır. Kümelere baktığımızda, tüm kümelerin aynı aralıkta (3,40 – 4,20) bir ortalaması olduğunu görmekteyiz. Kümelerin tamamı ana senaryoya “olumlu” yaklaşmaktadır. Tüm katılımcıların ortalama puanı ise, örnek senaryo için yapılan SDF’den elde edilen ortalama puan ile neredeyse eşit çıkmıştır. SDF üzerinde, katılımcıların görüşlerini yazabilecekleri açık uçlu bir kısım bulunmaktadır. Ancak katılımcıların hiçbirisi bu alana görüşlerini yazmamıştır.

2.2. EDF’nin Analizinden Elde Edilen Bulgular

PDÖ sürecinin sonunda katılımcıların süreci değerlendirmeleri istenmiştir. Bunun için öğrencilere EDF verilmiştir. Süreci beş kısımda ele alan EDF’nin sonunda katılımcıların görüşlerini yazabilecekleri bir de açık uçlu kısım bulunmaktadır. EDF’nin likert türde önermelerinden elde edilen bireysel sonuçlar Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. PDÖ sonunda uygulanan EDF’nin bireysel sonuçları

Katılımcılar	Kısım 1 Ortalama	Kısım 2 Ortalama	Kısım 3 Ortalama	Kısım 4 Ortalama	Kısım 5 Ortalama	Genel Puan Ortalama
Papatya	4,9	4,9	5,0	5,0	5,0	4,94
Cansu	4,0	3,9	5,0	4,0	3,0	4,08
Hira	3,3	3,3	5,0	4,4	4,3	3,97
Eylül	4,8	5,0	4,7	4,0	5,0	4,65
Kasım	4,8	5,0	5,0	4,6	5,0	4,84
Masal	4,6	4,4	4,3	4,4	4,3	4,44
Nisan	4,7	5,0	5,0	5,0	4,3	4,85
Mete	3,8	4,3	4,0	3,9	4,0	3,97
Damla	3,3	3,7	4,0	3,6	1,7	3,46
Bulut	4,4	4,4	4,8	5,0	4,3	4,63
Tuğçe	4,0	3,9	5,0	4,9	3,0	4,27
Tanem	4,2	4,6	4,8	4,6	5,0	4,56
Ekin	4,8	5,0	5,0	5,0	5,0	4,94
Ortalamalar:	4,27	4,41	4,74	4,48	4,15	4,43

Tablo 12’de verilen bireysel sonuçlardaki genel puanlara baktığımızda, tüm katılımcıların "Olumlu" aralığında ya da "Çok Olumlu" aralığında değerlendirme yaptıklarını görebiliriz. Üstelik Damla takma adlı katılımcı, beşinci kısımda "Çok Olumsuz" aralığında değerlendirmede bulunmasına karşın genel değerlendirmesi "Olumlu" aralığındadır. Kısımlara göre değerlendirmelerin bir bölümü "Yansız" aralığında olsa da, geneli "Olumlu" aralığında ya da "Çok Olumlu" aralığında olmuştur. Bu durum, katılımcıların etkinlikleri kendilerine yararlı bulduklarını göstermektedir.

Katılımcıların açık uçlu kısma yazdığı yorumlara bakıldığında, birçok konuya değindiklerini görmekteyiz. Bunlardan olumlu olanlarını şöyle özetleyebiliriz:

- Çalışmanın araştırmaya özendirilmesi ve araştırma yapmayı öğretmesi
- Bilgi ve kavrama açısından eksik ve yanlışların farkına varmak ve düzeltmek için adım atılması
- Bilgilerin analiz ve sentezinin desteklemesi
- Küme çalışmasının öğrenilmesi
- İletişim becerilerini geliştirmesi
- Öz güveni arttırması
- Gelecek kaygısını azaltması

- Merak ve ilgiyi arttırması
- Konuyu eğlenceli hale getirmesi
- Sunum becerilerini geliştirmesi

Bunlardan olumsuz olanlarını ise şöyle özetleyebiliriz:

- Zaman kısıtlılığı
- Araştırma sırasında karşılaşılan problemler

Bunların dışında bir katılımcı problemi eleştirmiştir. Konunun doğrudan verilmemesi, dolaylı verilmesi buna etkindir. Ancak aynı katılımcı SDF'de açık uçlu bölümde görüş belirtmemekle birlikte, likert bölümde de senaryo için olumlu görüş bildirmiştir.

Genel olarak katılımcılar, PDÖ etkinliğinin kendilerinin çalışma becerileri, iletişim becerileri, özgüven ve güdülenmeleri gibi duyuşsal becerilerinde artış olduğunu belirtmişlerdir. Katılımcılar başka konularda da PDÖ yaklaşımının kullanılmasında istekli olmuşlardır.

2.3. KDF ve ÖDF'nin Analizinden Elde Edilen Bulgular

PDÖ sürecinin bitiminde, katılımcılar araştırmacı tarafından geliştirilen beş seçenekli likert tipi iki anket ile kendilerini ve küme arkadaşlarını değerlendirmişlerdir. Bu formlardan biri (ÖDF) öz değerlendirme amacıyla, diğeri ise (KADF) akran değerlendirmesi amacıyla kullanılmıştır. Bu formlar hem likert türdeki bölümlerden hem de açık uçlu sorulardan oluşmaktadır. Akran ve öz değerlendirme için kullanılan formların likert türdeki önermelerinin sonuçları Tablo 13'de verilmiştir.

Tablo 13. Akran ve öz değerlendirme için kullanılan likert türü ölçeklerin sonuçları

Değerlendirilen	Küme (Küme Üyeleri)	Değerlendiren	Puan Ortalaması	Aralık
Papatya	Yeşil Küme (Papatya, Masal, Tanem, Ekin)	Kendisi	4,64	Çok Olumlu
		Masal	4,50	Çok Olumlu
		Tanem	4,86	Çok Olumlu
		Ekin	5,00	Çok Olumlu
Masal	Yeşil Küme (Papatya, Masal, Tanem, Ekin)	Kendisi	3,86	Olumlu
		Papatya	5,00	Çok Olumlu
		Tanem	2,71	Yansız
		Ekin	4,50	Çok Olumlu
Tanem	Yeşil Küme (Papatya, Masal, Tanem, Ekin)	Kendisi	4,21	Çok Olumlu
		Papatya	5,00	Çok Olumlu
		Masal	4,57	Çok Olumlu
		Ekin	5,00	Çok Olumlu
Ekin	Yeşil Küme (Papatya, Masal, Tanem, Ekin)	Kendisi	4,71	Çok Olumlu
		Papatya	5,00	Çok Olumlu
		Masal	4,14	Olumlu
		Tanem	4,14	Olumlu
Hira	Gök Küme (Hira, Eylül, Bulut)	Kendisi	3,21	Yansız
		Eylül	3,86	Olumlu
		Kasım	3,79	Olumlu
Eylül	Gök Küme (Hira, Eylül, Bulut)	Kendisi	4,71	Çok Olumlu
		Hira	3,54	Yansız
		Bulut	4,21	Çok Olumlu
Bulut	Gök Küme (Hira, Eylül, Bulut)	Kendisi	3,50	Olumlu
		Hira	2,07	Olumsuz
		Eylül	3,79	Olumlu

Tablo 13. Akran ve öz değerlendirme için kullanılan likert türü ölçeklerin sonuçları
(Devamı)

Değerlendirilen	Küme (Küme Üyeleri)	Değerlendiren	Puan Ortalaması	Aralık
Kasım	Kara Küme (Kasım, Nisan, Damla)	Kendisi	4,14	Olumlu
		Nisan	4,93	Çok Olumlu
		Damla	4,86	Çok Olumlu
Nisan	Kara Küme (Kasım, Nisan, Damla)	Kendisi	4,36	Çok Olumlu
		Kasım	4,79	Çok Olumlu
		Damla	3,86	Olumlu
Damla	Kara Küme (Kasım, Nisan, Damla)	Kendisi	3,50	Olumlu
		Kasım	4,79	Çok Olumlu
		Nisan	4,50	Çok Olumlu
Cansu	Sarı Küme (Cansu, Mete, Tuğçe)	Kendisi	3,50	Olumlu
		Mete	4,43	Çok Olumlu
		Tuğçe	4,79	Çok Olumlu
Mete	Sarı Küme (Cansu, Mete, Tuğçe)	Kendisi	4,00	Olumlu
		Cansu	4,29	Çok Olumlu
		Tuğçe	4,29	Çok Olumlu
Tuğçe	Sarı Küme (Cansu, Mete, Tuğçe)	Kendisi	4,21	Çok Olumlu
		Cansu	4,36	Çok Olumlu
		Mete	4,00	Olumlu

Tablo 13’de verilen sonuçlara göre, birkaç farklılık dışında katılımcıların kendilerinin ve küme arkadaşlarının puan ortalamaları aynı aralığa düşmektedir. Bu durum, katılımcıların çalışma sırasındaki kendi performanslarını nasıl gördüğü ile arkadaşlarının onu nasıl gördüğü arasında bir uyum olduğunu göstermektedir. Yani katılımcılar, kendilerini değerlendirirken arkadaşlarının değerlendirmeleriyle tutarlılık göstermişlerdir.

KADF ve ÖDF’nin açık uçlu kısımları betimsel analiz ile değerlendirilmiştir. Genel olarak değerlendirmelere ve katılımcıların söylemlerine bakıldığında, süreç boyunca güdülenme, küme çalışmasının gerektirdiği iletişim becerileri gibi konularda çok sorun yaşanmadığı görülmektedir. Ancak katılımcıların araştırma yapma becerilerinin gelişmemiş olduğu, bu konuda zorlandıkları da söylenebilir. En sık dile getirilen sorun budur. Ayrıca planlama konusunda da bir takım sıkıntılar yaşandığı görülmektedir. Küme çalışmalarını planlama, iş bölümü gibi konularda bir takım güçlükler yaşanmasının yanı sıra; problemin bölümlere ayrılarak aşama aşama çözüme ulaşmak yerine, doğrudan ve temel oluşturacak bilgileri edinmeden genel çözüme ulaşma isteği kimi zaman sürecin gidişini olumsuz etkilemiştir. Bu gibi durumlarda araştırmacı gerekli uyarıları ve yönlendirmeleri yaparak çalışmanın gidişine yön vermiştir.

2.4. Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerin Analizinden Elde Edilen Bulgular

Katılımcılarla süreç boyunca sürekli olarak yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmeler, sürecin başından sonuna kadar zamana yayılmıştır. Yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler genel olarak kavramlarla ve kavramsal süreçlerin etkili olduğu olaylarla ilgili olsa da, ara ara katılımcılara etkinlik ve işleyişi ile ilgili sorular da yöneltilmiştir. Buralardan alınan veriler bu bölümde değerlendirilmiştir.

Her kümeden en az bir kişi olmak üzere toplamda altı katılımcı ile görüşme yapılmıştır. Bu görüşmeler sırasında katılımcıların süreç ile ilgili sözlerinden alıntılar yapılarak yorumlanmıştır. Genel olarak görüşme yapılan katılımcıların etkinliğin

gidişinden hoşnut olduğu görülmektedir. Hatta kendilerini beklentilerinin üzerinde bir etkinlik içinde bulduklarını belirtmişlerdir. Katılımcıların söylemlerinde güdülenme, yani araştırma ve üretme konusunda istekli olma, özgüven artışı, küme çalışması ve öğrenme konusunda yeni deneyimler edinmenin verdiği duygu önemli görülen konulardır.

D. Sonuç ve Öneriler

1. Sonuç

Araştırma kapsamında toplanan verilerden elde edilen sonuçlar, PDÖ sürecinin duyuşsal ve bilişsel etkileri ve PDÖ sürecinin kavramsal öğrenmeye, kavramsal yapıya etkileri başlıkları altında ikiye ayrılarak incelenmiştir.

1.1. PDÖ Sürecinin Duyuşsal Etkileri ile İlgili Sonuçlar

PDÖ sürecinin katılımcılar üzerindeki duyuşsal etkilerini incelemek amacıyla nicel ve nitel teknikler kullanılmış; likert türü ölçekler, açık uçlu sorular ve yarı yapılandırılmış görüşmelerden yararlanılmıştır.

Öncelikle PDÖ sürecinin başında, PDÖ senaryosunun katılımcılar üzerindeki etkisine bakılmıştır. Buradan elde edilen sonuçlar, kendilerine günlük yaşamı içeren bir senaryo verildiğinde, katılımcıların güdülerinin ve ilgilerinin arttığını, senaryoya ve çözümüne karşı olumsuz bir tutum içinde olmadıklarını göstermektedir.

PDÖ etkinliği sürecinde yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerde, katılımcıların etkinlik ile ilgili görüşleri alınmıştır. Katılımcıların altısı ile görüşme yapılmış ve süreç içinde sürecin işleyişini eleştirmeleri, görüşlerini belirtmeleri istenmiştir. Alınan verilere göre, görüşme yapılan katılımcıların etkinliğin gidişinden hoşnut olduğu görülmektedir. Hatta kendilerini beklentilerinin üzerinde bir etkinlik içinde bulduklarını söylemişlerdir. Katılımcıların güdülenme problemi yaşamadıkları, aksine hiç olmadıkları kadar araştırmaya istekli ve etkin olduklarının bilincine vardıklarını ifade etmişlerdir. Araştırma ve üretme konusunda istekli olma, özgüven artışı, küme çalışması ve öğrenme konusunda yeni deneyimler edinmenin verdiği heyecan vurgulanmıştır. Bunun yanı sıra bir takım sıkıntılar da yaşamışlardır. Bu sıkıntılar genel olarak ders saatlerinden arta kalan zamanda araştırmaya yeterli süre ayıramamak ve istedikleri bilgiye erişmenin düşündüklerinden daha zor olduğunu görmek olduğunu belirtmişlerdir. Öğrencilerin araştırma yapma konusunda deneyimsiz olmaları ve yoğun ders yükü bunun nedeni olabilir. İlgili sorunlar konusunda eğitim yönlendiricisi kılavuzluk etmeye çalışmıştır.

PDÖ sürecinin sonunda ölçme araçları yardımı ile sürecin katılımcılarca değerlendirilmesi istenmiştir. Katılımcılar, süreci genelde olumlu değerlendirmişler, çalışmanın araştırmaya özendirmesi ve araştırma yapmayı öğretmesi konusunda yararlı görmüşlerdir. Ayrıca bilişsel açıdan bilgi ve kavrama açısından eksik ve yanlışların ayırmasına varmak ve düzeltmek için adım atılmasını, bilgilerin analiz ve sentezinin desteklemesini artı yön olarak ortaya koymaktadırlar. Küme çalışmasının öğrenilmesi, iletişim becerilerini geliştirmesi, özgüveni arttırması, gelecek kaygısını azaltması, merak ve ilgiyi arttırması, konuyu eğlenceli duruma getirmesi, sunum becerilerini geliştirmesi de katılımcıların duyuşsal açıdan yararlı gördükleri noktalardır. Araştırma sonunda da zaman kıstıtlılığı ve araştırma sırasında bilgilere ulaşmada çekilen güçlükler olumsuz yanlar olarak dile getirilmiştir.

Yapılan bir takım araştırmalar, PDÖ ile çalışan öğrencilerde duyuşsal ve devinişsel düzeyde öğrenmeler sağladığını göstermektedir (Boud ve Feletti, 1997; Denayer ve diğerleri, 2003; Hard ve diğerleri, 1995; Kaptan ve Korkmaz, 2002; MacKinnon, 1999; Morales-Man ve Kaitel, 2001; Morrison, 2004; Pelaez, 2002; White,

1996). Bu araştırmanın bu açıdan ele alınan sonuçları da yapılan araştırmalarla uyum göstermektedir. Yapılan bazı araştırmada (Çiftçi; Meydan ve Ektem, 2007; de Ribeiro; da Grac ve Mizukami, 2005; Kelly ve Finlayson, 2009; Marshall; Yamada ve Inada, 2008; Vernon ve Hosokawa, 1996) olduğu gibi, bu araştırmada da katılımcıların PDÖ yaklaşımına karşı da olumlu tutum geliştirdikleri de saptanmıştır.

1.2. PDÖ Sürecinin Kavramsal Öğrenmeye Etkileri ile İlgili Sonuçlar

Tüm katılımcılardan elde edilen verilerin genel değerlendirmesi ön test ve son test yardımı ile yapılmıştır. Katılımcı sayısının sınırlı olması nedeniyle, dağılıma bağımlı olmayan istatistiksel yöntemlerden Wilcoxon İşaretli-Sıralar Testi kullanılmıştır. Buna göre son testteki değişimin anlamlı olup olmadığı incelenmiştir. Anlamlılık değeri 0,05 olarak alınmıştır. İstatistiksel analiz sonuçlarından son test yararına anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir. Kavramsal çoktan seçmeli ölçek ile yapılan ölçme, bize PDÖ etkinliğinden sonra, PDÖ etkinliğinden öncekine göre, ölçeğin kazanımlarına yönelik olarak, katılımcıların kavramları anlamlı olarak daha iyi kavramış olduğunu göstermektedir. PDÖ yaklaşımının akademik başarı ve kavramsal öğrenmeye olumlu etkileri olduğu bazı araştırmalarla (Kelly ve Finlayson, 2009; Siegel ve Lee, 2001; Şahin ve Parim, 2002) görülmüştür. Bu araştırmanın sonucu da yapılan araştırmalarla uyum göstermektedir.

Araştırmada Ekin'den bireysel ve ayrıntılı bulgular elde edilmiştir. Buradan ayrıntılı sonuçlar alınmıştır. Isı, sıcaklık ve iç enerji kavramlarına ilişkin Ekin'in düşünceleri etkinlik başından sonuna kadar değişimlere uğramıştır.

Ekin ilk görüşme sırasında ısının madde tarafından saklanmadığını ezbere bir bilgi olarak söylemesine karşın, sözleri bunun tersini göstermiştir. Özellikle temel fizik derslerinde, ortaöğretim bilgilerinde ve diğer konulardaki geçen ve Ekin'in de kullandığı "ısı kaybı" düşüncesi sorgulandığında aslında maddenin ısı sakladığını düşündüğü ortaya çıkmıştır. Gerçekte Ekin ısıyı saklanabilen bir enerji olarak düşünmektedir. Isının hesaplanmasında kullanılan $Q = m.c.\Delta T$ bağıntısı ile verilenin ısı değişimi olduğunu söylemesi de bu durumu desteklemektedir. Bu durumda bağıntıda " ΔT " ile verilen sıcaklık farkı " ΔQ " ısı değişimi gibi algılanmış görünmektedir. Buradan $Q = m.c.\Delta T$ ile verilen bağıntının aslında, $Q_{son} - Q_{ilk} = \Delta Q = m.c.T_{son} - m.c.T_{ilk} = m.c.\Delta T$ gibi algılanması söz konusudur. Ancak kendisine bağıntıda ΔQ değil de Q kullanıldığı hatırlatıldığında kuşkuya düşmüş ancak düşüncesini değiştirmemiştir.

Ekin kimi zaman günlük yaşamda ısı ve sıcaklığın birbiri yerine kullanılmasından etkilendiği ve yanlış kullandığı da olmuştur. Alanyazında da ısı ve sıcaklığın eşitliği ya da aynı olduğu ile ilgili yanlışlar her düzeyde görülmektedir (Arnold ve Millar, 1996; Erickson, 1980; Krajcik, 1991; Linn ve Songer, 1988; Streveler ve diğerleri, 2008).

Ekin'in özellikle ortaöğretim kurumlarında temel fizikteki soru çözümlerinde sıkça yinelenen "sürtünmeden dolayı kaybolan enerji ısıya dönüşür" biçiminde basmakalıp söylemden etkilenmiş olduğu düşünülmektedir. Çünkü ısıyı sık sık taneciklerin sıcaklıklarından ötürü yaptıkları titreşim sırasında birbirleri ile sürtünmelerinden ötürü ortaya çıkan bir tür enerji olarak betimlemektedir.

Ekin'in ısı konusunda birbirini destekleyen iki temel düşünce olmuştur. Bunlar, "taneciklerin toplam kinetik enerjisi" ve "titreşim sırasındaki çarpışmalardan ötürü oluşan sürtünme ile açığa çıkması" düşünceleridir. Bunlardan biri ısının nasıl açığa çıktığını, diğeri ise ne olduğunu tanımlamaktadır. Bu düşüncelerden "taneciklerin toplam kinetik enerjisi" düşüncesi, iç enerji tanımına yakın bir tanımdır. İç enerji kavramının görevinin ısı kavramına yüklenmesi sonucu oluştuğu ve ısı değişimi düşüncesinin de kaynağını bu durumun oluşturduğu söylenebilir.

Daha sonra Ekin, ısıнын maddelerde saklanmadığını, sıcaklık farkından ötürü alınıp verilen enerji olduğunu belirtmiştir. Araştırmalarında elde ettiği bilgilerin bu düşünce değişikliğine neden olduğu söylenebilir. Bu değişiklik, birçok diğer değişiklikleri de tetiklemiş görünmektedir. Örneğin, ısı ile diğer kavramlar arasındaki ilişki ve iç enerjinin tanımı bu değişiklikten en çok etkilenen düşünceler gibi görünmektedir. Bir de bu düşüncenin, “ısı değişimi” düşüncesinin de sonunu getirdiği söylenebilir. Bu aşamada tanecikler arası sürtünme ile ilgili düşünce baskınlığını yitirse de sürmektedir.

Işınım yolu ile ısı aktarımını ilk önce “radyasyon” sözcüğü nedeniyle radyoaktif maddelerle ilgili olarak düşünmüştür. Daha sonra ışınım sözcüğü vurgulandığında ve radyoaktif maddeler dışındaki düşünceleri sorulduğunda, ışık kaynağı olan ampulü ve Güneş’i örnek vermiştir. Burada özellikle görünür ışık yayan ışık kaynaklarına odaklanmıştır.

Işığın ısı sakladığını, fotonların ısı saklayabildiğini düşünmüştür. Maddesel ortama gerek duymadan aktarımın bu yolla yapılabileceğini düşünmektedir. Ancak burada önemli görülen bir konu, kütlesi olmayan fotonun ısı saklayarak ısıyı aktardığını düşünmesidir. Şimdiye kadar taneciklerin ısı sakladığını, ısıнын saklanabilir olduğunu düşünmesi ve ışınım sırasında da tanecik görevi gören fotonun da ısı sakladığını söylemesi ilişkili olabilir.

Işınım yolu ile ısı yayan maddeleri ilk önce yalnızca ışık kaynakları ile sınırlarken, daha sonra kapsamı biraz daha genişletmiştir. Ekin ikinci aşama olarak, bulunduğu ortamla aralarında sıcaklık farkı olan maddelerin ışıma yaparak ısı yaydığı yargısına varmıştır. Bu düşünce araştırmaları sırasında vardığı bilgilerden kaynaklanmıştır olabilir.

Ekin’in sıcaklık kavramı ile ilgili düşüncelerinde sürecin başından sonuna kadar önemli ölçüde bir değişim gözlenmese de bazı değişimler göstermiştir. Ekin sıcaklığı tam olarak tanımlayamamaktadır. Ancak en iyi kavradığı düşüncenin de sıcaklık olduğu söylenebilir. Çünkü sıcaklığın maddede her zaman olduğu, görelî olarak algılanabildiği ancak bir bilimsel nicelik olduğu gibi ana noktalarda sıkıntısı gözlemlenmemiştir. Sıcaklık, Ekin için ezberlenmemiş, slogan durumuna getirilmemiş ancak daha iyi kavranmış bir kavramdır denebilir. Ancak bildiklerini kendi tümceleriyle aktarmakta sıkıntı çekmektedir. Çünkü sıcaklığı bilmediğini düşünmektedir. Oysa Lewis ve Linn (2003) hem çocukların hem de yetişkinlerin sıcaklığın nasıl algılandığına ilişkin sezgisel kavramlar edindiklerini söylemektedir. Ekin’in sıcaklığa ilişkin kavramları da bu türden kavramlar olabilir.

Ekin maddenin taneciklerinin sıcaklıktan ötürü titreştiğini düşünmektedir. Ayrıca ilk görüşmede olmasa da ikinci görüşmede sıcaklığın bir alt sınırı olduğunu da belirtmiştir. Ancak bu sınırın teknik olanaklardan mı kaynaklandığını yoksa doğal bir sınır mı olduğunu bilmemektedir. Ekin aynı zamanda sıcaklığın enerji olmadığını da bilincindedir. Bunu da geçmişteki öğrenim yaşamından bildiğini, öğretmenlerinin bunu vurguladığını söylemektedir.

Aslında Ekin’in sıcaklık ile ilgili algılarının başından beri bilimsel kuramlarla çelişen çok önemli ayrılıkları yoktur. Ekin sıcaklığın tanecikler düzeyindeki etkilerini de, görelî olarak algılanmasını da açıklarken ve taneciklerin ortalama kinetik enerjisinin göstergesi olduğuna ilişkin tanımı da yaparken bilimsel kuramlarla oldukça uyumluluk gösterdiği gözlenmiştir. Ayrıca Ekin, sıcaklık ile tanecik titreşimlerini de ilişkilendirmekle kalmamış, sıcak olan maddelerin taneciklerinin titreşiminin, soğuk olanların titreşimlerinden daha fazla olduğunu da söylemiştir. Ancak burada da taneciklerin titreşim sıklığının (frekans) sıcaklıkla orantılı olarak arttığı yönünde bir yanılışı vardır.

Sıcaklık kavramının tanımlanması güç olmasına karşın, kavranmasının başından beri daha kolay olmasının nedeni, sıcaklığın dokunma duyusuyla algılanabilmesi olabilir. Bu da yaparak ve yaşayarak öğrenmenin önemini bir kez daha ortaya koymaktadır.

Ekin'in iç enerji kavramı ile ilgili düşünceleri sürecin başından sonuna kadar aşamalı ve sıçramalı olarak bazı değişimler göstermiştir. Ekin için iç enerji kavramı tanıdık ancak bir o kadar da yabancıdır denebilir. Ekin'in iç enerji kavramında önüne, doğru sözcük kullanma sorunu çıkmıştır denebilir. Çünkü iç enerjiyi anlatmak için alanyazında üç farklı sözcük kullanılmaktadır. Üçü de aynı kavramı anlatmasına karşın, çağrışımları başka olmaktadır.

Kullanılan üç sözcükten biri İngilizceden Türkçeye bire bir aktarılmış olan "termal enerji" (thermal energy) sözcüğüdür. Bu sözcük, Ekin'e "ısının geniş çapta elde edilebilir ve yaşama aktarılabilir hali" biçiminde tanım yapmasına neden olmuştur. Bunu da Ekin, "jeotermal" veya "hidrotermal" gibi kavramlarda geçen bu sözcüğe çağrışım yaptığını dile getirerek anlatmıştır. Ekin doğrudan kaplıcalardan örnek vermiş ve kavramı o şekilde açıklamaya çalışmıştır. Bu sırada Ekin, iç enerjiyi "kütlesi büyük olan maddelerin ısısı" ve "ısının kullanılabilir ve yaşama geçirilebilir biçimi" olarak tanımlamaya çalışmıştır.

Ekin, iç enerjiyi anlatmakta kullanılan diğer bir sözcük olan ve "termal enerji" sözündeki "termal" sözcüğünün Türkçeye çevrilmesi ile elde edilen "ısı enerjisi" sözünü de "ısı ile ilgili" olarak algılamıştır. Dolayısıyla ısı ile iç enerjinin birbirine çok yakın ve benzer şeyler olduğunu ancak aradaki ayrımın ne olduğunu bilmediğini dile getirmiştir.

Ekin, ne zaman kavramı ifade etmek için "iç enerji" sözü ile araştırma yapmaya yöneldiyse o zaman kendini inandıracak bilgilere ulaştığını söylemektedir. Çünkü "iç" sözcüğünün Ekin'de içermek ve saklamak düşüncelerini çağrıştırdığı söylenebilir.

Bu konuda yapılan bir çalışma da (Ünsal, 2010) bu duruma dikkat çekmektedir. Bir kavram için seçilen sözcüğün yaptığı çağrışımların o sözcükle anlatılmak istenen kavramın algılanmasına önemli etkisi olmaktadır. Türkçenin çağrışım yaptırabilme özelliği öğrenmede etkili olmaktadır (Kızılcık ve Ünsal, 2008; Ünsal, 2010). İç enerjinin algılanmasındaki öncelikli engelin, kavramı anlatmakta kullanılan sözcük çeşitliliği olduğu söylenebilir. Kızılcık ve Ünsal'a göre (2008), sözcüklerin anlatmak istediği kavramı en iyi Türkçe kökenli ve çağrışımı doğru yapan sözcükler vermektedir. Ünsal (2010) da bu düşüncüyü desteklemektedir. Öğrenciler, doğru çağrışım yapabildiği sürece Türkçe kökenli sözcüklerle verilen kavramları daha üst bilişsel düzeyde algılamaktadır (Kızılcık ve Ünsal, 2008; Ünsal, 2010).

Ekin, kimi zaman iç enerjinin doğru tanımına erişmiş olmasına karşın, bu tanıma benimsememiştir. Benimsememesinin nedeni de aynı tanıma ısı için de yapıyor olmasıdır. Bu durumda iç enerjinin doğru algılanmasının önündeki diğer bir engel de ısı tanımının yanlış yapılması olduğu düşünülmektedir.

Burada ana problemin iç enerji tanımının ortaöğretim sürecinde yeterli olarak verilmemesi olabilir. Çünkü Ekin için madde bir enerji saklamaktadır. Çünkü maddeyi oluşturan taneciklerin kinetik enerjisi olduğunu, titreştiklerini ve aralarında bağ enerjisi olduğunu bilmektedir. Bu durumda bu maddenin içinde tanecikler aracılığı ile saklanan enerjinin bir adı olmalıdır. Bu sakladığı enerjinin adı doğru olarak kendisine verilmemiştir. Bu durumda, çevresinden edindiği izlenim, "ısı kaybı" gibi söylemler ve benzeri etkiler nedeniyle, "maddenin tanecikleri ile sakladığı enerji" düşüncesindeki boşluğu ısı kavramı ile doldurduğu söylenebilir.

Son haftada Ekin, iç enerji kavramını değiştirmiştir. Bir önceki hafta ısı kavramını bilimsel kuramlara uygun temellere oturtması ve araştırmalarını en başta kullandığı "termal enerji" sözcüğü ile değiştirdiği "ısı enerjisi" sözcüğüyle değil de "iç

enerji” sözcüğüyle yapmış olması bu değişime neden olmuş olabilir. Çünkü bir maddede saklanan enerji düşüncesi ve “taneciklerin toplam enerjisi” düşüncesi artık boşta kalmıştır. Daha önceden “ısıl enerji” sözcüğü ile araştırma yaptığında eriştiği ancak benimsemediği tanıma benzer tanımları “iç enerji” için de bulduğunda, zihnindeki ısı tanımı da bu sırada değişime uğramış olarak kendini göstermektedir. Artık, önceden ısı için bulduğu tanımları iç enerjiye aktarmasına engel kalmamıştır. Ayrıca “iç” sözcüğünün de kendisine çağrışım yaparak, tanımları benimsemesine katkıda bulunduğu da söylenebilir.

Ekin’in kavramlar arası ilişkiler ile ilgili düşünceleri sürecin başından sonuna kadar aşamalı olarak bazı değişimler göstermiştir. Ekin ilk haftadan beri, ısı ve iç enerjinin varlığının nedeni olarak sıcaklığı göstermiştir. Bunun nedeni, Ekin’in başlangıçta bu üç kavramdan en iyi sıcaklığı kavramış olması olabilir. Çünkü sıcaklığı tanımlayamasa da ne olduğunu ve olmadığını betimleyebilmektedir. Üstelik maddedeki taneciklerin titreştiğini ve bunun da sıcaklık ile ilgisi olduğunu düşünmektedir. Bu üç kavram arasındaki ilişkiler, ısı ve iç enerji kavramlarının tanımları bilimsel tabana oturana kadar böyle olmuştur. Streveler ve arkadaşları (2003), ısı ile enerji ve sıcaklık ile enerji arasındaki ilişkinin öğrenciler tarafından kavranamadığını belirtmişlerdir. Bu ilişkinin kurulamamasının ısı ve sıcaklık ile ilgili birçok kavram yanlışlığının da nedeni olarak görmektedirler.

Ekin süreç boyunca sıcaklık ve iç enerji arasında var olan $E = 3(\frac{1}{2}.k.T)$ biçimindeki ilişkiye doğrudan hiç değinmemiştir. Ancak “sıcak maddelerin taneciklerinin titreşimi daha fazladır” düşüncesini dile getirmiştir. Isının taneciklerin toplam titreşim enerjisi, sıcaklığın da ortalama titreşim enerjisi ile ilgili bir gösterge olduğunu düşünmektedir. Yani iç enerji ile sıcaklık arasında kurması gereken ilişkiyi, ısı ile sıcaklık arasında kurmuştur. Bunu “maddenin kütlesi arttığında sıcaklığı değişmez ama ısı artar” biçimindeki düşüncesinde açık olarak görmektedir.

Ekin’in ısı tanımını dördüncü haftada değiştirmesi ile ısı ile sıcaklık arasındaki ilişki de değişime uğramıştır. Önceden sıcaklıkla iç enerji arasında olması gereken ilişkiyi ısı ile sıcaklık arasında kurmakta ve sıcaklığın ısının kaynağı olduğunu söylemekteyken, artık ısının kaynağını “sıcaklık farkı” ile ilişkilendirmektedir. Yani sıcaklık farkı olmadığı durumda ısıdan söz edememektedir. Bu durum, bilimsel kuramlarla uyumludur.

Ekin’in son haftada iç enerji tanımını, önceden yaptığı ısı tanımına çok yakın bir tanımla değiştirmesiyle, sıcaklık ve ısı arasında önceden kurduğu ilişkiyi, artık sıcaklık ile iç enerji arasında kurduğu düşünülebilir.

Ekin’de gözlemlenen özelliklerden biri, bazı bilgileri ezberleyip söylemesine karşın, aslında o bilgileri özümsememiş olduğudur. Bunlar, genellikle alanyazında kavram yanlışlığı olarak geçen ve öğretmenlerin vurgulayarak, üzerinde durarak öğrencilere ezberlettiği çarpıcı ve önemli bilgilerle uyumludur. Bunlar slogan biçiminde ezberlenmiş görünmektedir. Ancak benimsenmemiş ve kavranmamış olduğu anlaşılmaktadır. Kimi zaman, “sıcaklığın bir enerji olmadığı” gibi kalıplaşmış bu söylemler işe yaramış ancak çoğu zaman da arkası doğru biçimde doldurulmayan, boşlukta asılı kalan söylemler olarak kalmış görünmektedir. Kimi zaman da Ekin’in verdiği cevaplar sezgisel olmaktan öteye gitmemektedir.

Ekin’de gözlemlenen bir diğer özellik de, kavramsal bilgilerinin birbirinden bağımsız oluşudur. Öğrendiği slogan niteliğindeki bilgiler ve düşünce parçaları zihninde birer adacık gibi yerleşmiş görünmektedir. Bu bilgiler arasında bağ kurmakta, bilgiler arası geçiş yapmakta ve bir durum için bildiğini diğer duruma uyarlamakta güçlük çektiği söylenebilir. Bu parçalı bilgilerle öğrencinin konuyu kavraması olanaksızdır.

Bunun nedeni, bilgileri kalıplar halinde doğrudan alıp içselleştiremeden, deneyimleri ve yaşamıyla ilişkilendiremeden zihninde saklıyor olması olabilir.

Süreç boyunca araştırmacı, gözlemlerine dayanarak, Ekin'in sürekli geriye dönüşler yaşadığını algılamıştır. Bir konudaki düşüncesi değişime uğramış görünürken, bir sonraki görüşmede önceki düşüncelerine geriye dönebilmektedir. Genel anlamda ilerleme kaydedilse de, bu inişli çıkışlı bir değişim biçiminde olmaktadır.

2. Öneriler

Burada, araştırma sonuçlarından yola çıkarak eğitmenlere ve ileride yapılacak olan araştırmalar için araştırmacılara önerilerde bulunulmuştur.

PDÖ'nün bir yaklaşım olarak öğrencilerin güdülenmesinde ve bir takım duyuşsal ve bilişsel özelliklerinin artmasından etkili olduğu görülmektedir. PDÖ'nün kavramsal öğrenmeye de en az duyuşsal etkileri kadar katkısı olduğu da görülmüştür. Bu nedenle eğitimde daha sık kullanılması her iki açıdan da yararlı olacaktır. Aynı zamanda PDÖ, öğrencilerde kavramsal değişim yaratmak için denenmiş ve başarılı olduğu görülmüştür. İleride yapılacak olan çalışmalarda da öğrencilerde kavramsal değişim yaratmak ve kavramsal öğrenmeyi sağlamak için bir yöntem olarak kullanılabilir.

İç enerji kavramının eğitim programlarında daha geniş yer bulması ve ısı kavramından önce öğrencilere kavratılması önemlidir. Bu durum ısı kavramının daha iyi kavranmasına ve ısının maddede saklanan bir enerji olduğu gibi bir takım kavram yanlışlarının oluşmasının engellenmesine yararlı olabilir. Sıcaklık ve iç enerji arasındaki, $E = 3(\frac{1}{2}.k.T)$ biçimindeki bağıntı başta olmak üzere, ayrıntılı ilişkiler verilmelidir. Bununla birlikte Kelvin birimiyle sıcaklığın üzerinde durulmalıdır.

İç enerji kavramının eğitim programlarında daha geniş yer bulmasının yanı sıra, bu kavramı anlatmak için alanyazında var olan “ısı enerjisi” ve “termal enerji” sözcükleri kullanılmayıp, Türkçe kökenli olan ve çağrışım yapması açısından “ısı” sözcüğündeki hatayı barındırmayan “iç enerji” sözcüğü kullanılmalıdır.

Bilimsel kuramalar, iç enerji ve ısıyı birbirinden ayrı olarak tanımlamaktadır. Bu iki kavramdan birinin diğerinin yerine geçtiği görülmektedir. Bu durumda bir başka seçenek olarak, ısı kavramını, iç enerjiyi de içine alacak biçimde yeniden tanımlamak olabilir. Ancak durum, tüm bilimsel çevrelerin ortak kabullerinde değişimi gerektirir. Bu tür bir yaklaşım, öğrencinin zihinsel yapısını bilimsel kuramlara uydurmak yerine, bilimsel kuramları öğrencinin zihinsel yapısına uydurmaktır. Bu bir seçenektir. Ancak uygulanması bir çok güçlükler barındırmaktadır.

Özellikle temel fizik konularında “sürtünme ile kaybolan enerjinin ısıya dönüşmesi” düşüncesi terk edilmelidir. Kaybolan kinetik enerjinin başka bir enerji türüne dönüştüğünün söylenmesi yeterli olacaktır. Ancak ısrarla ısıya dönüştüğünün söylenmesi, ısı kavramının doğru algılanmasını güçleştirmekte olabilir. Benzer durum “ısı kaybı” söylemi için de geçerlidir.

Titreşim hareketi, momentum ve genel olarak mekanik konularındaki kavram yanlışları ısı ve sıcaklık ile ilgili kavramların doğru olarak algılanmasına engel olabilmektedir. Bu nedenle bu konularda kavram yanlışlarının da giderilmesi gerekmektedir.

Isı aktarım yolları ortaöğretimde ve eğitimin diğer düzeylerinde neden-sonuç ilişkisi ile daha ayrıntılı olarak verilmelidir. Günlük yaşamda ısı ve sıcaklık sözcüklerinin doğru yerlerde kullanılmasına özen gösterilmelidir. Öğrencilerin bireysel zihinsel yapısı dikkate alınarak ve etkin olabilecekleri PDÖ gibi yöntemler kullanılarak eğitimin yapılması yararlı olacaktır.

E. Kaynakça

- Arnold, M. & Millar, R. (1996) Learning the scientific “story”: A case study in the teaching and learning of elementary thermodynamics. *Science Education*, 80 (3): 249–81.
- Aydın, F. (2009). Teknolojinin Doğasına Yönelik Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Görüşlerinin ve Kavramlarının Gelişimi ve Öğretimde İkilemlerin Etkililiği. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara: 2009.
- Aydoğan, S.; Güneş, B. ve Gülçiçek, Ç. (2003) Isı ve sıcaklık konusunda kavram yanılgıları, *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 111-124.
- Banta, T. W.; Black, K. E. & Kline, K. A. (2000). PBL 2000: Plenary address offers evidence for and against problem-based learning, *PBL Insight*, 3(3), 1-11.
- Başer, M. (2003). Effect of Conceptual Change Instruction on Understanding of Heat and Temperature Concepts and Science Attitude. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Başer, M. (2006) Fostering Conceptual Change By Cognitive Conflict Based Instruction On Students’ Understanding Of Heat And Temperature Concepts, *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, Volume 2, Number 2, July, 96-114.
- Başer, M.; & Geban, Ö. (2007) Effectiveness of conceptual change instruction on understanding of heat and temperature concepts. *Research in Science and Technological Education*, 25, No.1, 115–133.
- Bodner, G. M. (1986). Constructivism: A theory of knowledge. *Journal of Chemical Education*, 63, 873-878.
- Bogdan, R. C. & Biklen, S. K. (1992). *Qualitative Research for Education: An Introduction to Theory and Methods*, Second Edition, Boston: Allyn and Bacon.
- Boud. D. & Feletti G. I. (1997). *The challenge of problem-based learning*. Kogan Page Ltd. London.
- Bryman, A. & Bell, E. (2003). *Business Research Methods*. Oxford: Oxford University Press.
- Carlton, K. (2000) Teaching about heat and temperature, *Physics Education*, 35(2) March, 101-105.
- Creswell, J. W. (2003). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Approaches*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Creswell, J.; & Plano Clark, V. (2007). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Çiftçi, S.; Meydan, A. ve Ektem, I. S. (2007) Sosyal Bilgiler Öğretiminde Probleme Dayalı Öğrenmeyi Kullanmanın Öğrencilerin Başarısına ve Tutumlarına Etkisi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı 17, 179-190.
- de Ribeiro L. R.; da Grac, M. & Mizukami, N. (2005) Student Assessment of a Problem-Based Learning Experiment in Civil Engineering Education. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, Volume 131, Number 1, January 2005, 13-18.
- Delisle, R. (1997). *How to Use Problem-Based Learning in the Classroom*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Denayer, I.; Thael, K.; Vander-Sloten J. & Gobin, R. (2003). Teaching a structured approach to the design process for undergraduate engineering students by problem-based education. *European Journal of Engineering Education*, 28 (2), 203-214.

- Denzin, N. K. & Lincoln, Y. S. (2000). The Discipline and Practice of Qualitative Research. In N. K. Denzin, and Y.S. Lincoln (Eds.), Handbook of Qualitative Research, Second Edition, Thousand Oaks: Sage.
- Erickson, G. L. (1980) Children's viewpoints of heat: A second look. Science Education, 64 (3): 323–36.
- Erickson, G. L. (1985) Heat and temperature, In R. Driver, E. Guesne, & A. Tiberghien (Eds) Children's ideas in science, Philadelphia, PA: Open University Press.
- Erlandson, D. A.; Haris, E. L.; Skipper, B. L. & Allen, S. T. (1993). Doing naturalistic inquiry: A guide to methods. Beverly Hills, CA: Sage.
- Eryılmaz, A. ve Sürmeli, E. (2002). Üç-aşamalı sorularla öğrencilerin ısı ve sıcaklık konularındaki kavram yanlışlarının ölçülmesi. 5. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Foss, C.; & Ellefsen, B. (2002). The Value of Combining Qualitative and Quantitative Approaches in Nursing Research by Means of Method Triangulation. Journal of Advanced Nursing, 40(2), 242–8.
- Gallagher, S. A. (1997). Problem-based learning: Where did it come from, what does it do, and where is it going? Journal for the Education of the Gifted 20(4): 332–362.
- Gronlund, N. E. (1998). Assessment of Student Achievement. Allyn & Bacon.
- Gümüş, S.; Öner, F.; Kara, M.; Orbay, M. ve Yaman, S. (2003). Isı ve sıcaklık üzerine kavram yanlışları, Milli Eğitim Dergisi, 157.
- Günhan, B. C. ve Başer, N. (2008) Probleme Dayalı Öğrenme Yönteminin Öğrencilerin Geometriye Yönelik Özyeterlik İnançlarına Etkisi. e-Journal of New World Sciences Academy Social Sciences, 3, (3), C0075, 551-562.
- Gürses, A. Doğan, Ç. ve Yalçın, M. (2002). Isı ve sıcaklık konusunun öğretiminde sürekli değerlendirmeye dayalı öğretim etkinliğinin incelenmesi, 5. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Hard, H.; Suanberg, H. & Koch, M. (1995). Training Tutors in a Problem Based Curriculum. Medical Teacher, 17 (2).
- Harland, T. (2002). Zoology students' experiences of collaborative enquiry in problem-based learning, Teaching in Higher Education, 7(1), 3-15.
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (2001). Conceptual change using multiple interpretive perspectives: Two case studies in secondary school chemistry. Instructional Science, 29, 45-85.
- Holen, A. (2000). The PBL group: Self-reflections and feedback for improved learning and growth, Medical Teacher, 22(5), 485-488.
- Johnson, R. B.; & Christensen, L. B. (2004). Educational Research: Quantitative, Qualitative, and Mixed Approaches. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Johnson, R. B. & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come. Educational Researcher, 33(7), 14–26.
- Kalem, R.; Tanel, Z. ve Çallica, H. (2002). Ortaöğretim fizik dersi sıcaklık ve ısı konusu öğretimi üzerine bir program geliştirme çalışması, 5. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Kaptan, F. ve Korkmaz, H. (2001). Fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımı, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 20, 185-193.
- Kaptan, F. ve Korkmaz, H. (2002). Probleme dayalı öğrenme yaklaşımının hizmet öncesi fen öğretmenlerinin problem çözme becerileri ve öz-yeterlik inanç düzeylerine etkisi, 5. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiriler Kitapçığı, 16-18 Eylül, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

- Kelle, U. (2001). Sociological Explanations between Micro and Macro and the Integration of Qualitative and Quantitative Methods. FQS <<http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/966/2109>> adresinden 14 Temmuz 2009 tarihinde alınmıştır.
- Kelly, O. & Finlayson, O. (2009) A hurdle too high? Students' experience of a PBL laboratory module. *Chemistry Education Research and Practice*, Vol: 10, Issue: 1, 42-52.
- Kızılcık, H. Ş. ve Ünsal, Y. (2008) Fizik Öğretmeni Adaylarının Bazı Eş Anlamli Fizik Kavramlarını Algılama Düzeyleri ve Kullanım Tercihleri: Bir Durum Çalışması, 8. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi, 27–29 Ağustos 2008, Bolu-Türkiye.
- Krajcik, J. S. (1991) Developing students' understandings of chemical concepts. In *The psychology of learning science*, Glynn, S. H.; Yeany, R. H. & Britton B. K. (Eds.) Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lattery, M. J. (2001). Thought experiments in physics education: A simple and practical example, *Science & Education*, 10, 485-492.
- Leite, L. (1999) Heat and Temperature: An analysis of how these concepts are dealt with in textbooks, *European Journal of Science Education*, Vol.22, No.1, 75-88.
- Lewis, E. L. & Linn, M. C. (2003) Heat energy and temperature concepts of adolescents, adults, and experts: Implications for curricular improvements. *Journal of Research in Science Teaching*, 40:S155–75.
- Lincoln, Y. S. & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Linn, M. C. & Songer, N. B. (1988) Curriculum reformulation: Incorporating technology into science instruction. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association: Conceptual Models of Science Learning and Science Instruction Symposium, New Orleans, LA.
- Lockyer, S. (2006). Heard the One About ... Applying Mixed Methods in Humour Research? *International Journal of Social Research Methodology*, 9(1), 41-59.
- Lohman, M.C. & Finkelstein, M. (2000). Designing groups in problem-based learning to promote problem-solving skill and self-directedness. *Instructional Science*, 28, 291-307.
- MacKinnon, M. M. (1999). Core Elements of Student Motivation in Problem-Based Learning. *New Directions for Teaching and Learning*, 78, Summer, 49-58.
- Markow, P. G. & Lonning, R. A. (1998). Usefulness of concept maps in college chemistry laboratories: Students' perceptions and effects on achievement. *Journal Research Science Teaching*, 35, 1015-1029.
- Marshall, C. S.; Yamada, S. & Inada, M. K. (2008) Using problem-based learning for pandemic preparedness. *Kaohsiung Journal Of Medical Sciences*, Vol: 23, Issue: 3, March, 39-45.
- Massa, N. M. (2008). Problem-Based learning (PBL) A Real-World Antidote to the Standarts and Testing Regime. *The New England Journal Of Higher Education*, Winter 2008, 19-20.
- Maudsley, G. (2002) Making sense of trying not to teach: An interview study of tutors' ideas of problem-based learning. *Academic Medicine*, Vol: 77, Issue: 2, February, 162-172.
- Mayer, R. E. (2002). Invited reaction: Cultivating problem-solving skills through problem-based approaches to professional development. *Human Resource Development Quarterly*, 13(3), 263-269.
- McCourt, C. & Thomas, B. G. (2001) Evaluation of a problem-based curriculum in midwifery. *Midwifery*, Vol: 17, Issue: 4, December, 323-331.

- Milner-Bolotin, M. & Svinicki, M. D. (2000). Teaching physics of everyday life: Project-based instruction and collaborative work in undergraduate physics course for nonscience majors, *The Journal of Scholarship of Teaching and Learning*, 1(1), 25-40.
- Morales-Mann, E. T. & Kaitel, C. A. (2001). Problem-Based Learning in New Canadian Curriculum. *Issues and Innovations in Nursing Education*, 33, 13-19.
- Morrison, J. (2004). Where now for problem based learning? *Education and Practice*, The Lancet, 363 (10). National Research Council (NCR) (1996). *National Science Education Standards*, Washington, DC: National Academy Press.
- Nakhleh, M. B. & Mitchell, R. C. (1993). Concept learning versus problem solving. *Journal of Chemical Education*, 70, 190-192.
- Newman, I. & Benz, C. R. (1998). *Qualitative-quantitative research methodology: Exploring the interactive continuum*. Carbondale, IL: Southern Illinois University Press.
- Niaz, M. (2006) Can the Study of Thermochemistry Facilitate Students' Differentiation between Heat Energy and Temperature?, *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 15, No. 3, October, 269-276.
- Olgun, Ö. S. Ç. (2008) Kavram Haritaları Yardımı ile Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Isı ve Sıcaklık Konusundaki Kavramları Öğreniminin İncelenmesi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34, 54-62.
- Orrill, C. H. (2002). Supporting online PBL: Design considerations for supporting distributed problem solving, *Distance Education*, 23(1), 41-57.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative Research and Evaluation Methods*. Second Edition, Newbury Park: Sage.
- Pelaez, N. J. (2002) Problem-based writing with peer review improves academic performance in physiology. *Advances In Physiology Education*, Vol: 26, Issue: 3, September 2002 174-184.
- Perrenet, J.; Bouhuijs, P. & Smits, J. (2000). The suitability of problem-based learning for engineering education, *Theory and practice, Teaching in Higher Education*, 5(3), 345-358.
- Peterson, R.F. & Treagust, D.F. (1998). Learning to teach primary science through problem-based learning, *Science Education*, 82, 215–237.
- Posner, G. J.; Strike, K. A. ; Hewson, P. W. & Gertzog, W. A. (1982) Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change, *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Sechrest, L.; & Sidana, S. (1995). Quantitative And Qualitative Methods: Is There an Alternative? *Evaluation and Program Planning*, 18(1), 77–87.
- Selco, J. I.; Roberts, J. L. & Wacks, D. B. (2003). The Analysis of Seawater: A Laboratory-Centred Learning Project in General Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 80, 54-57.
- Serin, G. (2009). The effect of problem based learning instruction on 7th grade students' science achievement, attitude toward science and scientific process skills. *Yayınlanmamış Doktora Tezi*, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Shayer, M. & Wylam, H. (1981). The development of the concepts of heat and temperature in 10-13 year olds. *Journal of Research in Science Teaching*, 18(5), 419–434.
- Siegel, M.A. & Lee, J.A.C. (2001). “But electricity isn’t static” science discussion, identification of learning issues, and use of resources in a problem-based

- learning education course, Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, March 25-28, St. Louis, USA.
- Solomon P.; Guenter D. & Salvatori, P. (2003) Integration of persons with HIV in a problem-based tutorial: A qualitative study. *Teaching and Learning In Medicine*, Vol: 15, Issue: 4, Fall 2003 257-261.
- Solomon, P. & Crowe, J. (2001) Perceptions of student peer tutors in a problem-based learning programme. *Medical Teacher*, Vol: 23, Issue: 2, March, 181-186.
- Solomon, P. & Finch, E. (1998) A qualitative study identifying stressors associated with adapting to problem-based learning. *Teaching And Learning In Medicine*, Vol: 10, Issue: 2, 58-64.
- Solomon, P.; Salvatori, P. & Guenter, D. (2003) An interprofessional problem-based learning course on rehabilitation issues in HIV *Medical Teacher*, Vol: 25, Issue: 4, July 2003, 408-413.
- Sözbilir, M. (2003) A review of selected literature on students' misconceptions of heat and temperature, *Boğaziçi University Journal of Education*, 20, No.1: 25–41.
- Stake, R. E. (2000). Case Studies. In K. N. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of Qualitative Research* (pp 435-454). Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Strauss, A. L.; & Corbin, J. (1998). *Basics of Qualitative Research, Techniques and Procedures of Developing Grounded Theory*. Second Edition. London: Sage Publications.
- Streveler, R. A.; Litzinger, T. A.; Miller, R. L. & Steif, P. S. (2008) Learning Conceptual Knowledge in the Engineering Sciences: Overview and Future Research Directions. *Journal of Engineering Education*, July 2008, 279-294.
- Şahin, F. ve Parim, G. (2002) Problem Tabanlı Öğretim Yaklaşımı İle DNA, Gen ve Kromozom Kavramlarının Öğrenilmesi. 5. Ulusal Fen ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara, Türkiye.
- Şenocak, E.; Dilber, R.; Sözbilir, M. ve Taşkesenligil, Y. (2003). İlköğretim öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konularını kavrama düzeyleri üzerine bir araştırma, *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 199-210.
- Taber, K. S. (2000) Finding the optimum level of simplification: the case of teaching about heat and temperature, *Physics Education*, 35(5) September, 320-325.
- Tanahoung, C.; Chitaree, R.; Soankwan, C.; Sharma, M. D. & Johnston, I. D. (2009) The effect of Interactive Lecture Demonstrations on students' understanding of heat and temperature: a study from Thailand, *Research in Science & Technological Education*, Vol. 27, No. 1, April 2009, 61–74.
- Tashakkori, A.; & Teddlie, C. (1998). *Mixed-Methodology: Combining Qualitative and Quantitative Approaches*. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Tashakkori, A.; & Teddlie, C. (2003). *Handbook Of Mixed Methods In Social and Behavioral Research*. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Teo, R. & Wong, A. (2000). Does problem based learning create a better student: A reflection?, 2nd Asia-Pacific Conference on Problem Based Learning, 4-7 December, Singapore
- Thornton, R. K. & Sokoloff, D. S. (2001) Heat and Temperature Conceptual Evaluation. <http://physics.dickinson.edu/~wp_web/wp_resources/wp_assessment.htm> adresinden 20 Haziran 2009 tarihinde alınmıştır.
- Usherwood, T.; Joesbury, H. & Hannay, D. (1991) Student-Directed Problem-Based Learning in General-Practice and Public-Health Medicine. *Medical Education*, Vol: 25, Issue: 5, September 1991, 421-429.
- Ünsal, Y. (2010). Differences Arising from Language in Perceiving Some Terms in Physics Education, *H.U. Journal of Education*, 39, 348–358.

- Vernon, D. T. A. & Hosokawa, M. C. (1996). Faculty attitudes and opinions about problem-based learning. *Academic Medicine*, Vol: 71, Issue: 11, November 1996, 1233-1238.
- Warren, J. W. (1972) The teaching of the concept of heat, *Physics Education*, 7, 41-44.
- Webb, E.; Campbell, D.; Schwartz, R.; & Sechrest, L. (1966). *Unobtrusive measures: Nonreactive measures in the social sciences*. Chicago, IL: Rand McNally.
- White, H. B. (1996). L. Richlin (Ed), *To Improve the Academy* Vol. 15 (pp. 75 - 91). Stillwater, OK: New Forums Press and the Professional and Organizational Network in Higher Education.
- Wiser, M.; & Carey, S. (1983). When heat and temperature were one. In D. Gentner ve A.L. Stevens (Eds.), *Mental models* (pp. 99–129). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Yaman, S. (2003) *Fen Bilgisi Eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenmenin öğrenme ürünlerine etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yaman, S. (2005) *Fen Bilgisi Öğretiminde Probleme Dayalı Öğrenmenin Mantıksal Düşünme Becerisinin Gelişimine Etkisi*. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, Yıl 2, Sayı 1, Mayıs 2005, 56-70.
- Yaman, S. ve Yalçın, N. (2005a). *Fen Bilgisi Eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Yaratıcı Düşünme Becerisine Etkisi*. *İlköğretim Dergisi*, 4 (1), 42-52.
- Yaman, S. ve Yalçın, N. (2005b) *Fen eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenme yaklaşımının problem çözme ve öz-yeterlik inanç düzeylerinin gelişimine etkisi*. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29: 229-236.
- Yeo, S. & Zadnik, M. (2001) Introductory thermal concept evaluation: assessing students' understanding, *The Physics Teacher*, 39(8), 495–504.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2006). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. 5. Baskı, Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yin, R. Y. (1984). *Case Study Research. Design and Methods*. Second Edition, Thousand Oaks: Sage Publication.
- Zacharia, Z. C.; Olympiou, G. & Papaevripidou, M. (2008) Effects of Experimenting with Physical and Virtual Manipulatives on Student' Conceptual Understanding in Heat and Temperature, *Journal of Research in Science Teaching*, Vol.45, No.9, 1021-1035.