E2

YÜKSEKÖGRETİM KURUMLARI TARAFINDAN DESTEKLİ
BİLİMSEL ARASTIRMA PROJESİ

Proje kodu: 04/2010-05

Proje Adı: Laboratuvar Yaklaşımları Fizik Deneylerinin Öğrencilerin Başarılarına Etkisi

Projenin yapıldığı tarih aralığı: 01/06/2010 - 17/10/2012

Proje bütçesi: 7.750 TL

Proje Ekibi
Yürütücü: GÜLÇİÇEK, ÇAĞLAR
Araştırmacı: KIZILCIK, HASAN ŞAHİN; DAMLI, VOLKAN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ
BAŞVURU FORMU
KONTROL LİSTESİ

PROJE ADI : Laboratuvar Yaklaşımları: Fizik Deneylerinin Öğrencilerin Başarılarına Etkisi

(✔) 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 icmali 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 plan 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 ingilizce olarak proje konusu ile ilgili anahtar kelimeler verildi.
(✔) 3.7. Gerektiğinde 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 Yöneticisin

Unvanı, Adı Soyadı: ARS.GÖR. ÇAĞLAR GÜLÇİÇEK
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	ARS.GÖR. ÇAĞLAR GÜLÇİÇEK		
BÖLÜM / A.D BAŞKANI			
DEKAN / MÜDÜR			

1. GENEL BİLGİLER

1.1.PROJE YÖNETİCİSİ

Unvanı, Adı ve Soyadı :	ARS.GÖR. ÇAĞLAR GÜLÇİÇEK
Bölümü :	Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi
Fakülte, Enstitü veya Yüksekokulu :	Gazi Eğitim Fakültesi
Ev Adresi:	KARTALTEPE MAH. 311 SK. NO:19 D:10
Ev Tel No:	
Belgegeçer No:	
e-posta adresi:	caglar@gazi.edu.tr
İş Tel No:	2028275

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	Yardımcı Araştırmacı
ARS.GÖR. VOLKAN DAMLI	Gazi Eğitim Fakültesi	Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi	Yardımcı Araştırmacı
Yüksek Lisans Öğrencisi,Rıza SALAR	Gazi Eğitim Bilimleri Enstitüsü	Fizik Eğitimi Bİlim Dalı	Yardımcı Araştırmacı

1.3 PROJENİN ADI

Laboratuvar Yaklaşımları: Fizik Deneylerinin Öğrencilerin Başarılarına Etkisi

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	12		

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	II	IV		1. YIL	2. YIL	TOPLAM	1. YIL	2. YIL	TOPLAM	1. YIL	2. YIL	TOPLAM
03	2			TÜKETİME YÖNELİK MAL VE MALZEME AL									
		1		Kırtasiye ve Büro Mal.Alımları									
			01	Kırtasiye Alımları									
			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									

1.7.1 BÜTÇE DETAYI

ANALİTİK BÜTÇE KODU				EKONOMİK SINIFLANDIRMA	PROJE YÖNETİCİSİ			UZMANLAR GRUBU			BAP KOMİSYONU		
I	II	II	IV		1. YIL	2. YIL	TOPLAM	1. YIL	2. YIL	TOPLAM	1. YIL	2. YIL	TOPLAM
			90	Diğer Tük. Mal-Mlz Alımları									
03	3			YOLLUKLAR	2.500		2.500						
		1		Yurtiçi Geç. Gör.Yollukları	500		500						
			01	Yurtiçi Geç.Gör.Yollukları	500		500						
		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 Baplı 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	5.250		5.250						
		2		Büro,İşyeri Mak-Teçh.Alımları	5.250		5.250						
			01	Büro Makineleri Alımları	2.750		2.750						
			02	Bilgisayar Alımları	2.500		2.500						
			03	Tıbbi Cihaz Alımları									
			04	Laboratuar Cihazı Alımları									
			90	Diğer Makine Teçhizat Alımları									

1.7.1 BÜTÇE DETAYI

ANALİTİK BÜTÇE KODU				EKONOMİK SINIFLANDIRMA	PROJE YÖNETİCİSİ			UZMANLAR GRUBU			BAP KOMİSYONU		
I	II	II	IV		1. YIL	2. YIL	TOPLAM	1. YIL	2. YIL	TOPLAM	1. YIL	2. YIL	TOPLAM
06	3			GAYRİ MADDİ HAK ALIMLARI									
		4		Patent Alımları									
			01	Patent Alımları									

1.7.2 BÜTÇE İCMALİ

ANALİTİK BÜTÇE KODU	EKONOMİK SINIFLANDIRMA	PROJE YÖNETİCİSİ			UZMANLAR GRUBU			BAP KOMİSYONU		
		1. YIL	2. YIL	TOPLAM	1. YIL	2. YIL	TOPLAM	1. YIL	2. YIL	TOPLAM
03-2	TÜKETİME YÖNELİK MAL VE MALZEME AL									
03-3	YOLLUKLAR	2.500		2.500						
03-5	HİZMET ALIMLARI									
03-7	MENKUL MAL, GAYRİMADDİ HAK ALIM BAKIM VE ONARIM GİDER.									
06-1	MAMUL MAL ALIMLARI	5.250		5.250						
06-3	GAYRİ MADDİ HAK ALIMLARI									
	GENEL TOPLAM	7.750	0	7.750	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	Yurtiçi Geç.Gör.Yollukları	1	1	500	500	03.3.1.01
2	Yurtdışı Geç.Gör.Yollukları	1	1	2.000	2.000	03.3.3.01
3	çok fonksiyonlu yazıcı	1		750	750	06.1.2.01
4	dijital fotograf makinası	1	1	750	750	06.1.2.01
5	Dijital Video Kamera	1		750	750	06.1.2.01
6	Taşınabilir Harddisk	1	1	500	500	06.1.2.01
7	Taşınabilir Bilgisayar	1		2.500	2.500	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 DİĞER BİLGİLER

2.1. Proje Adı: Laboratuvar Yaklaşımları: Fizik Deneylerinin Öğrencilerin Başarılarına Etkisi

Projenin Amacı ve Önemi:

Deney yapma değişkenleri değiştirme ve kontrol etme sürecidir. Bu süreç diğer tüm süreçlerle birleşir. Gerekli birçok araç gereci beceriyle kullanarak uygun bir düzenek kurmayı, değişkenleri değiştirip kontrol ederek veriler elde etmeyi, bu verileri kaydedip değerlendirerek model oluşturmayı, verileri yorumlamayı, sonuca varmayı ve yapılanları raporlaştırmayı içerir. Burada kısaca özetlenen bu beceriler, bilim adamlarının sahip olduğu ve bilgiye ulaşmada kullandıkları temel becerilerdir. Bilimsel süreç becerilerinin fen öğretimindeki önemi çeşitli yönlerden vurgulanabilir. (akt: Tan ve Temiz, 2003). Laboratuvar, öğrencilerin fen konularını daha etkili ve anlamlı olarak öğrenmeleri bakımından önemli bir işleve sahiptir. Laboratuvar ortamında öğrenciler, ilk elden somut yaşantılar geçirirler ve yaparak-yaşayarak öğrenmeye dayalı etkinliklerde bulunurlar. Laboratuvar fen bilgisindeki karmaşık ve soyut kavramların öğretilmesinde etkili olarak kullanılır. Laboratuvar, öğrencilerin hem fenle ilgili etkinliklere katılmalarına hem de bilimsel yöntemi tanıyarak takdir etmelerine olanak sağlar. Laboratuvar, öğrencilerin gözlem yapma, düşünme, fikir üretme ve yorum yapma gibi yeteneklerinin gelişmesine de katkıda bulunur (Ayas, 2010).

Anlatılmak istenen fiziksel olayı zihinde oluşturabilme ve formüllerle bütünleştirebilme becerisi bakımından fizik eğitiminde laboratuarın yeri çok önemlidir. Çünkü öğrenciler anlatılmak istenen fiziksel olayı, yapılan bir deneyle zihinsel süreçlerden geçirerek yapılandırmaktadır. Deney sırasında alınan verilerle, fiziksel olay içerisinde geçen kavramlar birbirleriyle ilişkilendirilir. Bu ilişkilendirmelerden genellemelere gidilerek formüller türetilir. Böylelikle fiziksel olayı ifadelendiren formülle, olayın zihinde oluşturulma süreci birbirini tamamlamış olur (akt: Bozkurt ve Sarıkoç, 2008).

Bu çalışmanın amacı, özellikle öğrencilerimizin güçlük çektiği bazı fizik konularındaki kavramlara yönelik deneylerin etkili bir şekilde nasıl yürütüleceği ve nasıl desteklenebileceğidir. Bu çalışmanın sonucuna bağlı olarak da, öğrencilerin başarılarının arttırılmasına yönelik nasıl bir deneysel yaklaşımın sergilenmesi gerektiği konusunda diğer öğretim elemanlarına elle tutulur öneriler sunmaktır. Bu yönde Gazi Eğitim Fakültesi Fizik Eğitimi Anabilim Dalındaki öğrencilerle bir öğretim yarı yılı süresince, öğretim programı aksatılmadan, mekanik-elektrik-manyetizma-optik-dalgalar konularında farklı yaklaşımlarla deneysel etkinlikler gerçekleştirilecek ve çeşitli ölçme araçları yardımı ile birbiri ile mukayese edilecektir.

Tablo-1-Seçilmesi Planlanan Konular ve İlgili Deneyler

Konular	Deneyler
Mekanik	• Katı cismin yuvarlanma hareketi • Viskozimetre • Sürtünme katsayısı • Young modülü
Elektrik ve Manyetizma	• Transformatörler • Alternatif Akımın Frekansı • Manyetik Terazi
Optik	• Işığın kırılması • Optik Araçlar • Girişim
Dalgalar	• Dalga hareketlerinin İncelenmesi

2.2. Yöntem

Çalışma Gazi Eğitim Fizik Eğitimi Anabilim Dalı öğrencileri ile gerçekleştirilecektir. Belirlenen deneylerin öğrencilerin kavramsal başarılarına etkisini incelemek ve bu etkiyi arttırmak bu çalışmanın odağı olacaktır. Bu amaçla mevcut deneylerin yapılışı irdelenecek ve gerekli görülmesi halinde farklı yazılı ve görsel materyaller ile desteklenecektir. İlgili deneyler farklı yaklaşımlara (tümdengelim, tümevarım, bilişsel beceriler yaklaşımı, buluş yaklaşımı vs) göre öğrencilere yaptırılacak ve yaklaşımların öğrenci başarısında oluşturduğu farklar araştırılacaktır. Çalışma süresince deneylerin yapılmasında Fizik Eğitimi Anabilim Dalındaki mevcut deney araç gereçleri kullanılacaktır. Deneyleri destekleyen materyaller ise araştırmacılar tarafından belirlenecek ya da geliştirilecektir.

2.3. Araştırmacıların Deneyimi

Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler :

Ç. Gülçiçek ve R. Yağbasan. Basit Sarkaç Sisteminde Mekanik Enerjinin Korunumu Konusunda Öğrencilerin Kavram Yanılgıları. **Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi.** Cilt 24 s3,2004

Ç. Gülçiçek ve R. Yağbasan. Fen Öğretiminde Kavram Yanılgılarının Karakteristiklerinin Tanımlanması. **Pamukkale Eğitim Fakültesi Dergisi**. sayı 13 (2003) (1).

Ç. Gülçiçek ve B. Güneş ve Fen Öğretiminde Kavramların Somutlaştırılması: Modelleme Stratejisi, Bilgisayar Simülasyonları ve Analojiler. **Eğitim ve Bilim**, cilt 29 sayı 134, (2004).

Ç. Gülçiçek ve R. Yağbasan. Sarmal Yay Sisteminde Mekanik Enerjinin Korunumu Konusunda Öğrencilerin Kavram Yanılgıları. **Milli Eğitim Dergisi**. Sayı 163 s. 144-156 (2004).

Ç. Gülçiçek, N. Bagcı ve S. Moğol. Öğrencilerin Atom Yapısı-Güneş Sistemi Pedagojik Benzeştirme (Analoji) Modelini Analiz Yeterlilikleri. **Milli Eğitim Dergisi**. Sayı 159 s. 74-84 (2003).

B. Güneş, **Ç. Gülçiçek** ve N. Bagcı, Eğitim Fakültelerindeki Fen Öğreticilerinin Model ve Modelleme Hakkındaki Görüşlerinin İncelenmesi. **Türk Fen Eğitimi Dergisi** sayı 1, (2004).

N. Bagcı, **Ç. Gülçiçek** ve S. Moğol. Fizik Konularının Öğretiminde Alternatif Çözümler**. Fırat Eğitim Fakültesi Dergisi** 16 (1) (2004).

S. Aydoğan, B. Güneş ve **Ç. Gülçiçek**. Isı ve Sıcaklık Konusunda Kavram Yanılgıları. **Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi** cilt 23, sayı 2 (2003). 111-124.

B. Güneş, N. Bagcı **ve Ç. Gülçiçek**. Fen Bilimlerinde Kullanılan Modellerle İlgili Öğretmen Görüşlerinin Tespit Edilmesi. **Abant İzzet Baysal Eğitim Fakültesi Dergisi.**

Ç. Gülçiçek ve R. Yağbasan. Fen Öğretiminde Kavram Yanılgılarının Giderilmesine Yönelik Stratejiler. **Pamukkale Eğitim Fakültesi Dergisi**.

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

Ünsal, Y. & **Kızılcık, H. Ş.** Differences Arising From Language in Perceiving Some Terms in Physics Education (Yayına gönderildi)

Kızılcık, H. Ş. & Güneş, B. Developing Three-Tire Misconception Test About Regular Circular Motion (Yayına gönderildi)

Temiz, B. K. & **Kızılcık, H. Ş.** Eğik Düzlemde Hareketin Dinamiğine İlişkin Öğrenci Düşünceleri (Yayına gönderildi)

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

Kızılcık, H. Ş. & Tan, M. İtme ve Momentum Konusunda Çoktan Seçmeli Bir Test Geliştirilmesi (Yayına gönderildi)

2.4.Araştırma Olanakları

İzlenecek yöntem çerçevesinde tablo 1.7.3. de belirtilen ihtiyaçlar dışındaki diğer ihtiyaçlar Gazi Eğitim Fakültesi fizik laboratuarlarındaki deney malzemelerle karşılanacaktır. Araştırma süresince aşağıdaki laboratuar ve deney setleri kullanılması planlanmaktadır:

Mekanik Laboratuvarı: Katı cismin yuvarlanma hareketi deney seti, Viskozimetre deney seti, Sürtünme katsayısı deney seti, Young modülü deney seti

Elektrik ve Manyetizma Laboratuvarı: Transformatör deney seti, Alternatif Akımın Frekansı Tayini deney seti,Manyetik Terazi deney seti

Optik Laboratuvarı: Işığın kırılması deney seti, Optik Araçlar deney seti, Girişim deneyi seti

Dalgalar Laboratuvarı: Dalga deneyleri seti

2.5. Satın Alınması Talep Edilen Makine ve Teçhizatlar:

Aşağıdaki ihtiyaçlar dekanlık bütçesinden tarafından karşılanmadığı için talep edilmiştir.

Taşınabilir bilgisayar: Deneyleri destekleyen görsel materyallerin özellikle bilgisayar simülasyonlarının gerek laboratuvar gerekse sınıf ortamına taşınarak öğrencilere gösterilmesi için.

Dijital Fotoğraf Makinesi: Hazırlanan deneylerin fotoğraflarının çekilerek görsel olarak deney fotoğraflarının ilgili deney föylerine ve raporlarına yerleştirilebilmesi için.

Dijital Video kamera: Deney yapım aşamalarının, öğrenci mülakatlarının kayıt altına alınabilmesi için

Tarayıcı-Laser Yazıcı-Fotokopi (Çok fonksiyonlu yazıcı):Öğrencilere dağıtılacak dokümanların çıktısının alınabilmesi ve deneylere ilişkin resim ve fotoğrafların taranabilmesi için.

Taşınabilir Harddisk: Araştırma verilerinin saklanması ve gerektiğinde taşınabilmesi için.

Proje tamamlandıktan sonra tüm makine ve teçhizatlar ana bilim dalının kullanımına devredilecektir

Makine ve Teçhizatların Özellikleri:

Taşınabilir Bilgisayar Özellikleri

- İşlemci Üreticisi : Intel®
- Ekran Boyutu : 16,4"
- Ort. Ağırlık : 3,20 kg
- Bellek : 4 GB
- Disk Kapasitesi : 500 GB
- İşlemci Modeli : Core™2 Duo
- İşlemci Numarası : P7450
- İşlemci Hızı : 2,13 GHz
- Ekran Kartı Türü : Harici
- Ekran Kartı : Ati HD 4570
- Ekran Kartı Belleği : 512 MB
- İşletim Sistemi : Windows 7 Home Premium
- Kablosuz Ağ : 802.11n,802.11a,802.11b,802.11g

Dijital Fotoğraf Makinesi:

- Görüntü Kalitesi : 12 Mpx
- LCD Ekran : 3 "
- Çözünürlük : 3264 x 2448 Mpx
- Optik Zoom : 12 x

- Bellek Türü : Secure Digital Kart (SD),Multimedia Kart (MMC),Secure Digital High Capacity (SDHC)
- Türkçe Menü : Var
- Sesli Video Kaydı : Var
- Dahili Flash : Var
- ISO Hassasiyeti : 1600

Dijital Video kamera

- Kayıt Ortamı: Hafıza Kartı
- Kayıt Tipi: Standart Definition (SD)
- Kayıt Süresi: 10 s
- LCD Ekran: 2,7 "
- Optik Zoom : 37 x
- Dijital Zoom: 2000 x
- Toplam Çözünürlük: 1,23 Mp
- Odaklama Mesafesi: 2,6 x 96,2 mm
- Sensör Tipi: CCD
- Optik Sensör Çözünürlüğü: 800000 px
- Elle Fokus : Evet/Var
- Oto Fokus : Evet/Var
- Fotoğraf Çekimi : Evet/Var
- Görüntü Sabitleyici : Evet/Var
- Fotoğraf Türü : JPEG
- Gömme Mikrofon : Evet/Var
- Pil Teknolojisi : Lityum Ion
- Ağırlık : 225,00 g
- Boyutlar (GxDxY) : 55 x 121 x 59 mm

Tarayıcı-Laser Yazıcı-Fotokopi (Çok fonksiyonlu yazıcı):

- Baskı Teknolojisi : Laser Çok Fonksiyonlu Yazıcı
- Renkli Baskı : Yok
- Siyah/Beyaz Baskı Hızı : 23 syf /dk
- Baskı Kalitesi : 600 x 600 dpi
- Otomatik Döküman Besleyici : Var
- Bağlantı Tipi : 10/100 Ethernet,USB
- Toner Doluluk Durumu : Başlangıç Toneri
- Bellek : 64 MB
- Yazıcı Dil Desteği : PostScript 3,PCL-5
- Kağıt Kapasitesi : 250 Sayfa
- Aylık Baskı Kapasitesi : 8000 syf /ay
- İlk Çıktı Süresi Siyah/Beyaz : 9,5 sn
- Tarama Çözünürlüğü : 600 x 1200 dpi
- Kopyalama Hızı Siyah : 23 syf /dk
- İşletim Sistemi : Windows Vista,Windows Xp
- Sarf Malzeme : CB436A / 2.000 Syf.
- Faks Belleği : 300 Sayfa
- Ağırlık : 11,00 kg
- Boyutlar (GxDxY) : 496 x 406 x 402 mm
- Bellek : 64 MB
- Kullanılan Kartuş Renkleri : Siyah
- Bağlantı Tipleri : USB
- Enerji Tüketimi (Baskı) : 410 W
- Enerji Tüketim (Beklemede) : 10,5 W
- Fotoğraf Baskı : Hayır/Yok
- Çoklu Kopya : Evet/Var
- Ölçeklendirme : Evet/Var
- Tarama Tipi : ADF
- Optik Çözünürlük (Tarayıcı) : 19200 dpi

Taşınabilir Harddisk

- Kapasite : 2 TB
- Dönüş Hızı : 7200 rpm
- Form Faktör / Boyut : 3,5 "
- Arabirim : USB
- Bağlantı Şekli : Kablolu
- İşletim Sistemi Uyumu : Windows Ailesi

3. Diğer Bilgiler

3.1. Literatür ve Referans Listesi

İlgili bazı çalışmalar:

Çepni ve diğ. (2003) yaptıkları araştırmada,, sınıf öğretmenlerinin ilköğretim I. kademedeki Fen Bilgisi derslerini okuturken karşılaştıkları sorunları belirlemek, bu derslerin en etkili şekilde alan öğretmenleri mi yoksa sınıf öğretmenleri tarafından mı işlenebileceğini; her iki durumda ortaya çıkabilecek olumlu ve olumsuz sonuçları incelemiştir. Veriler; 25 sınıf öğretmeni, 27 Fen Bilgisi öğretmeni ve 7 Fen bilimleri öğretim elemanı ile yürütülen yarı-yapılandırılmış mülâkatlarla toplanmıştır. Verilerden, sınıf öğretmenlerinin birçoğunun, Fen Bilgisi derslerini severek vermedikleri, laboratuar uygulamalarını gerçekleştirmede zorluk çektikleri ve özellikle bu dersleri alan öğretmenlerinin vermesinin daha uygun olacağına inandıkları anlaşılmıştır.

Altun, (2004) çalışmasında, lisans ve lisansüstü programlarındaki öğrencilere otoprotoliz denge sabiti ve bu sabite iyonik şiddetin ve sıcaklığın etkisi ile ilgili kavramları öğretmeye yardımcı olacak yapılandırıcı öğrenme teorisine dayalı bir laboratuar aktivitesi hazırlamıştır. Gösteri, rehberli sorgulama, kavram oluşturma ve uygulama aşamalarından oluşturulan aktivite 2001-2002 öğretim yılında G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Kimya Eğitimi Anabilim Dalı 4. Sınıf öğrencilerinden rasgele seçilen 22 öğrenciye uygulanmıştır. Aktivitenin etkisi araştırmacıların sınıf içi gözlemleri, işlem yapraklarının incelenmesi ve laboratuvar raporlarının değerlendirilmesiyle kalitatif olarak araştırılmıştır. Aktivitenin, öğrencilerin derse karşı ilgi ve tutumlarını artırdığı, motivasyonlarını pozitif yönde etkilediği, derse aktif katılımlarını sağladığı ve sosyalleşmelerinde etkili olduğu görülmüştür.

Demirelli (2003) çalışmasında, lisans ve lisansüstü öğrencilerine pH Metre, Elektrot Kalibrasyonu ve Gran Metodunun öğretilebilmesi için yapılandırıcı öğrenme yaklaşımına dayalı bir laboratuvar aktivitesi hazırlamıştır. Gösterim, rehberli sorgulama, kavram oluşturma,ve uygulama aşamalarından oluşan aktivite G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Kimya Eğitimi Anabilim Dalı 4. sınıf öğrencilerinden rastgele seçilen 22 öğrenciye uygulanmış, aktivitenin etkinliği sınıf içi öğretim elemanı gözlemleri ve öğrencilerle resmi olmayan görüşmelerle kalitatif olarak değerlendirilmiştir. Aktivitenin, öğrencilerin ilgi, tutum ve merakını artırmada, yaratıcı düşünme, problem çözme, kavramsal anlama, uygulama becerilerini geliştirmede etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Bir diğer çalışmada, çözeltiler konusu ile ilgili kavramların anlaşılmasında geleneksel öğretim yöntemi ile laboratuar destekli öğretim yönteminin etkileri karşılaştırılmıştır. Araştırma için, Ankara/Gölbaşı İlçesinde, Dr. Şerafettin Tombuloğlu Lisesi 1. sınıflarından üç sınıf belirlendi ve Kontrol, Deney 1 ve Deney 2 grubu olarak rasgele seçildi. Öğretimden önce her üç sınıfa da bilimsel işlem beceri testi, mantıksal düşünme yeteneği testi, çözeltiler kavram testi-ön test olarak uygulanmıştır. Çözeltiler konusu, Kontrol grubuna geleneksel öğretim yöntemiyle, Deney-1 ve, Deney 2 grubunda farklı malzemelerin kullanıldığı laboratuar destekli öğretim yöntemiyle işlenmiştir. Öğretimden sonra her üç gruba da, başarıyı ölçmek amacıyla, çözeltiler kavram testi, son test olarak uygulanmıştır. Sonuçların değerlendirilmesinde, t-Testi ve Ancova Analiz yöntemleri kullanıldı. Sonuçlar, lise 1. sınıf öğrencilerinin çözeltiler konusunu kavramalarında, laboratuar destekli öğretim yönteminin, geleneksel öğretim yöntemine göre daha başarılı olduğunu göstermiştir (Tezcan ve Aslan,2007)

Meriç, (2003) göre V-diyagramı günümüzde önemi kesinlikle inkar edilemeyen Laboratuar yönteminde eğitim ve öğretimin geliştirilmesi, laboratuarlarda alternatif bir değerlendirme aracı kullanılması ve kavram öğretimine kavram haritası ile birlikte farklı bir şekilde katkı getirmesi boyutlarında kullanılabilmesi mümkün görünen değerli bir enstrüman olma yolundadır. Bu nedenle inancım şudur ki; V-diyagramı ya da V-haritası her yönüyle anlaşılmalı, öğrenilmeli ve klasik deney raporları ile geleneksel laboratuar değerlendirme tekniklerinin yerini en uygun format değerlendirilerek mutlaka kullanılmalıdır.

Morgil ve diğ. (2005) göre ise, V-diyagramlarının laboratuar ortamlarında rapor olarak kullanımı çok da yaygın olan bir teknik değildir. Faydalı bir teknik olmasına rağmen bugün az kullanılmasına etki eden en önemli faktörlerden biri laboratuar ortamlarında eğitmenlerin sürekli kontrolünün gerekmesi, yanlışların anında kontrol edilerek düzeltme yapılması gibi bazı zorluklarının olmasıdır. Ancak öğrenciler açısından düşünülecek olursa kalıcı ve anlamlı öğrenmenin gerçekleşebildiği önemli bir yöntemdir. Laboratuar ortamında öğrenciyi

ezbercilikten kurtarıp anlamlı öğrenmelerin gerçekleşmesini sağlar. Bu amaçla laboratuara yönelik bir tutum ölçeği geliştirilmiş, temel kimya laboratuarında yaptırılan dört deney çalışma kapsamına alınmış ve bu deneylerde V-diyagramı çalışmaları yapılarak sonuçları tartışılmış V-diyagramı kullanımı ile laboratuara yönelik tutumlar ve başarı arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Çalışmada V-diyagramı kullanımının bilgiyi anlamlandırmada ve yapılandırmada çok önemli rol oynadığı tespit edilmiştir.

Referans Listesi

Akdeniz, A.R.; Çepni, S.; Azar, A. (1999). Fizik Öğretmen Adaylarının Laboratuvar Kullanım Becerilerini Geliştirmek İçin Bir Yaklaşım. III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, (Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 23-25 Eylül 1998). 118-125.

Algan, Ş.(1999). Laboratuvar Destekli Fizik Öğretiminin Öğrenci Başarısına Etkisi ve 1962-1985 Yılları Arasında Türkiye'de Uygulanan Modern Matemat

ALTUN, Y. Yapılandırıcı Öğrenme Teorisine Dayanan Laboratuvar Aktivitesi: Üniversite Öğrencilerine Suyun Otoprotoliz Sabiti Tayininin Öğretilmesi GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 24, Sayı1 (2004) 125-134

Ayas, A. P., ve ark. (1994). Fen Bilimlerinde Laboratuarın Yeri ve Önemi-II Çağdaş Eğitim Dergisi (205): 7-11.

Ayas, A. P., ve ark. (1995). "Fen Bilimlerinde Laboratuarın Yeri ve Önemi-III." Çağdaş Eğitim Dergisi(206): 24-28.,

Ayas, A. P Fen Bilgisi Öğretiminde Laboratuvar Kullanımı *ww.aof.anadolu.edu.tr/kitap/IOLTP/2283/ unite07.pdf*

Bozdoğan E. A. & Yalçın N. (2004), İlköğretim Fen Bilgisi Derslerindeki Deneylerin Yapılma Sıklığı ve Fizik Deneylerinde Karşılaşılan Sorunlar. *G. Ü. Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, *5*, Sayı 1, s 59-70.

Bozkurt, E ve Sarıkıoç, A. Fizik Eğitiminde Sanal Laboratuar, Geleneksel Laboratuarın Yerini Tutabilir Mi? *Selçuk Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi Sayı: 25, Sayfa 89 -100, 2008*

Chin-Chung Tsai Laboratory exercises help me memorize the scientific truths: A study of eighth graders' scientific epistemological views and learning in laboratory activities Science Education 1999 Volume 83 Issue 6, Pages 654 - 674

Cox, A. J. and Junkin, W. F. Enhanced student learning in the introductory physics laboratory www.iop.org/Journals/PhysEd Physics Education January 2002

DEMİRELLİ, H. Yapılandırıcı Öğrenme Teorisine Dayalı Bir Laboratuvar Aktivitesi: Elektrot Kalibrasyonu ve Gran Metodu G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi Cilt 23, Sayı 2 (2003) 161-170

Kanlı,U. Ve Yağbasan, R. 7E Modeli Merkezli Laboratuvar Yaklaşımının Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerini Geliştirmedeki Yeterliliği, *GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 28, Sayı 1 (2008) 91-125*

Larkin,T.L ve Mathis, M. Physics Education Research:A Model for Introductory Laboratory Reform 34th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, October 20 – 23, 2004, Savannah

Lauterburg, U.Labvıew™İn Physics Education Physics Institute University Of Bern Switzerland

Meriç, G. Bir Değerlendirme Ve Laboratuar Aracı Olarak V-Diyagramı'nın Tarihi, Kullanımı
Ve Fen Eğitimine Sağlayacağı Katkılar Üzerine Bir İnceleme, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi Yıl:2003 (1) Sayı:13 136

Morgil, İ., Seçken, N., Karaçuha, Z. (2005). Temel Kimya Laboratuvarında V- Diyagramı Uygulamaları ve Öğrenci Başarısına Etki Eden Faktörler. Türk Fen Eğitimi Dergisi, 2(3), 87-102.

Nam-Hwa Kang [1] [*], Carolyn S. Wallace Secondary science teachers' use of laboratory activities: Linking epistemological beliefs, goals, and practices Science Education 2004 Volume 89 Issue 1, Pages 140 - 165

Tan, M. ve Temiz, B.K. Fen Öğretiminde Bilimsel Süreç Becerilerinin Yeri Ve Önemi, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi Yıl:2003 (1) Sayı:13 89

Tezcan, H. Ve Aslan, S. Lise Öğrencilerinin Çözeltiler Konusunu Kavramaları Üzerine Laboratuar Destekli Öğretim Yönteminin Etkisi GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 27, Sayı 3 (2007) 65-81

Tobin, Kenneth Research on Science Laboratory Activities: In Pursuit of Better Questions and Answers to Improve Learning. School Science and Mathematics, v90 n5 p403-18 May-Jun 1990

Yeşilyurt, M. Student Teachers' Attıtudes About Basıc Physıcs Laboratory, The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET October 2004 ISSN: 1303-6521 volume 3 Issue 4 Article 7

3.3. Uygulama planı

Tablo-2-Proje Akış Çizelgesi

Rapor Dönemleri	Zaman (Ay)	İşlem
1. rapor dönemi	**0-2**	• Fizik Konu alanlarının ve İlgili Kavramların Belirlenmesi • Fizik konu alanlarında ilgili deneylerin belirlenmesi • Deney uygulama taslaklarının hazırlanması • Gerekli ölçme ve değerlendirme materyallerinin belirlenmesi • Örneklemin Belirlenmesi
	3-5	Öğrencilerle Uygulama Çalışmalarının Yürütülmesi
2. rapor dönemi	**6-8**	Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi
	9-12	Sonuçların Raporlaştırılması

3.4.

Özet

Anlatılmak istenen fiziksel olayı zihinde oluşturabilme ve formüllerle bütünleştirebilme becerisi bakımından fizik eğitiminde laboratuarın yeri çok önemlidir. Çünkü öğrenciler anlatılmak istenen fiziksel olayı, yapılan bir deneyle zihinsel süreçlerden geçirerek yapılandırmaktadır. Deney sırasında alınan verilerle, fiziksel olay içerisinde geçen kavramlar birbirleriyle ilişkilendirilir. Bu çalışmanın amacı, özellikle öğrencilerimizin güçlük çektiği bazı fizik konularındaki kavramlara yönelik deneylerin etkili bir şekilde nasıl yürütüleceği ve nasıl desteklenebileceğidir. Bu çalışmanın sonucuna bağlı olarak da, öğrencilerin başarılarının arttırılmasına yönelik nasıl bir deneysel yaklaşımın sergilenmesi gerektiği konusunda diğer öğretim elemanlarına elle tutulur öneriler sunmaktır. Bu yönde Gazi Eğitim Fakültesi Fizik Eğitimi Anabilim Dalındaki öğrencilerle bir öğretim yarı yılı süresince, öğretim programı aksatılmadan, mekanik-elektrik-manyetizma-optik-dalgalar konularında farklı yaklaşımlarla deneysel etkinlikler gerçekleştirilecek ve çeşitli ölçme araçları yardımı ile birbiri ile mukayese edilecektir.

Anahtar Kelimeler: Fizik eğitimi, laboratuvar yaklaşımları, fizik deneyleri

Abstract

Laboratory activities have central role in the pyhsics curriculum and reseachers have suggested that there are important benefits in learning from using physics laboratories. Laboratory experiments to be instrumental to cognitive, affective, and practical purposes. However, experiments are done to verify scientific facts and not promote scientific skills to understand the natural phenomena. Therefore, the aim of this study is to investigate the effects of laboratory aprroaches on students' achievements. Thereby, we can suggest to instructures how to encourage students to participate in laboratory activities in which students construct knowledge scientificly.

Key words: physics education , laboratory approaches , physics experiments

3.5. Konu ile İlgili Uzmanlar

Prof. Dr. Bilal GÜNEŞ
Gazi Eğitim Fakültesi
Fizik Eğitimi Anabilim Dalı
Beşevler/Ankara
Tel: 202 8222
mail: bgunes@gazi.edu.tr

Yrd. Doç. Dr. Ali Eryılmaz
ODTÜ, Ortaöğretim Fen ve Mat. Alanları Eğitimi Böl.
06531, Ankara
Telefon 210 4055
eryilmaz@metu.edu.tr

Doç. Dr Salih Ateş
Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Eğitim Fakültesi
İlköğretim Bölümü
Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı
14280 Gölköy,
BOLU
Telefon 0 (374) 254 1686
ates_s@ibu.edu.tr

3.6. Özgeçmişler:

Adı Soyadı: Arş. Grv. Dr. Çağlar GÜLÇİÇEK

Doğum Yeri ve Tarihi: Isparta, 4 Haziran 1978

Medeni Hali: Evli

Yabancı Dili: İngilizce

Yabancı Dil Seviyesi: C (72) 2000 Yılı KPDS Sınavı
(78) 2000 Yılı ÜDS
(67,75) 2008 ÜDS

Lise Öğrenimi: Artvin Anadolu Öğretmen Lisesi, Haziran1995.

Üniversite Öğrenimi: Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Fizik Eğitimi Bölümü, Haziran 1999. Ankara.

Yüksek Lisans Çalışması: Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fizik Eğitimi, Ocak 2002 Ankara..

Doktora Çalışması: Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fizik Eğitimi, (2009), Ankara.

Projeler

Gazi Üniversites-BAP

"Öğrenilmesi Zor Olan Fizik Konularının Bilgisayar Simülasyonlar ve Modelleme ile Desteklenmesi", Kodu :GEF 04/2003-16, Gazi Üniversitesi, Araştırma Fonu, Proje Yürütücüsü: Prof. Dr. Bilal GÜNEŞ , **Yardımcı Araştırmacı**: **Çağlar GÜLÇİÇEK** (Tamamlandı).

"Fen Öğrencilerinin Modelleme Becerilerinin Geliştirilerek Bilimsel Olgulara İlişkin Bireysel Olarak Model Geliştirebilmelerinin Sağlanması ", Kodu :GEF 04/2008-7, Gazi Üniversitesi, Araştırma Fonu, Proje Yürütücüsü: Prof. Dr. Bilal GÜNEŞ , **Yardımcı Araştırmacı**: **Çağlar GÜLÇİÇEK** (Tamamlandı).

MEB Temel Eğitime Destek Projesi

Avrupa Birliği-Türkiye, Temel Eğitimi Destek Projesi: Milli Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, İlköğretim 1. Kademe (4. ve 5. sınıf) Fen ve Teknoloji Dersleri Öğretim Programlarını Geliştirme Komisyonu, **Üye**, 2003-2004.

3. Avrupa Birliği-Türkiye, Temel Eğitimi Destek Projesi: Milli Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, İlköğretim 2. Kademe (6., 7. ve 8. sınıf) Fen ve Teknoloji Dersleri Öğretim Programlarını Geliştirme Komisyonu, **Üye**, 2004-2005.

Avrupa Birliği-Türkiye, Temel Eğitimi Destek Projesi:Milli Eğitim Bakanlığı, İlköğretim Genel Müdürlüğü, İlköğretim 2. Kademe (4-5. sınıf) Fen ve Teknoloji Ders Kitapları Yazım Komisyonu, **Editör**, 2004-2005

Avrupa Birliği-Türkiye, Temel Eğitimi Destek Projesi:Milli Eğitim Bakanlığı, İlköğretim Genel Müdürlüğü, İlköğretim 2. Kademe (6., 7. ve 8. sınıf) Fen ve Teknoloji Ders Kitapları Yazım Komisyonu, **Uzman**, 2005-2006

Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler :

Ç. Gülçiçek ve R. Yağbasan. Basit Sarkaç Sisteminde Mekanik Enerjinin Korunumu Konusunda Öğrencilerin Kavram Yanılgıları. **Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi**. Cilt 24 s3,2004

Ç. Gülçiçek ve R. Yağbasan. Fen Öğretiminde Kavram Yanılgılarının Karakteristiklerinin Tanımlanması. **Pamukkale Eğitim Fakültesi Dergisi**. sayı 13 (2003) (1).

Ç. Gülçiçek ve B. Güneş ve Fen Öğretiminde Kavramların Somutlaştırılması: Modelleme Stratejisi, Bilgisayar Simülasyonları ve Analojiler. **Eğitim ve Bilim**, cilt 29 sayı 134, (2004).

Ç. Gülçiçek ve R. Yağbasan. Sarmal Yay Sisteminde Mekanik Enerjinin Korunumu Konusunda Öğrencilerin Kavram Yanılgıları. **Milli Eğitim Dergisi**. Sayı 163 s. 144-156 (2004).

Ç. Gülçiçek, N. Bagcı ve S. Moğol. Öğrencilerin Atom Yapısı-Güneş Sistemi Pedagojik Benzeştirme (Analoji) Modelini Analiz Yeterlilikleri. **Milli Eğitim Dergisi**. Sayı 159 s. 74-84 (2003).

B. Güneş, **Ç. Gülçiçek** ve N. Bagcı, Eğitim Fakültelerindeki Fen Öğreticilerinin Model ve Modelleme Hakkındaki Görüşlerinin İncelenmesi. **Türk Fen Eğitimi Dergisi** sayı 1, (2004).

N. Bagcı, **Ç. Gülçiçek** ve S. Moğol. Fizik Konularının Öğretiminde Alternatif Çözümler**. Fırat Eğitim Fakültesi Dergisi** 16 (1) (2004).

S. Aydoğan, B. Güneş ve **Ç. Gülçiçek**. Isı ve Sıcaklık Konusunda Kavram Yanılgıları. **Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi** cilt 23, sayı 2 (2003). 111-124.

B. Güneş, N. Bagcı **ve Ç. Gülçiçek**. Fen Bilimlerinde Kullanılan Modellerle İlgili Öğretmen Görüşlerinin Tespit Edilmesi. **Abant İzzet Baysal Eğitim Fakültesi Dergisi.**

Ç. Gülçiçek ve R. Yağbasan. Fen Öğretiminde Kavram Yanılgılarının Giderilmesine Yönelik Stratejiler. **Pamukkale Eğitim Fakültesi Dergisi**.

Bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:

GÜLÇİÇEK, Ç, GÜNEŞ, B. "The Effects of Computer Simulations: Overcoming Misconceptions Using Simulations in Physics Education", **GIREP 2008 CONFERENCE**:Physics Curriculum Design, Development and Validation, 18-22-Kıbrıs Rum Kesimi, Ağustos 2008.

Ç. Gülçiçek ve B. Güneş, XIII. Eğitim Bilimleri Kongresi. , Bilgisayar Simülasyonlarının Temel Mekanik Konusundaki Kavram Yanılgılarını Gidermeye Etkisi , Bolu , 2008

U. Kanlı, **Ç. Gülçiçek,** VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi , Fmce (Force And Motion Conceptual Evaluation) Testinin Türkçeye Uyarlanması Ve Öğretmen Adaylarının Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi , Ankara , 2006

Ç. Gülçiçek,N. Gülçiçek ve Bağcı,N. VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi , Enerjinin Günlük hayatla İlişkilendirilmesi , Ankara , 2006.

Ç. Gülçiçek ve B. Güneş, Analysis Of Science Students' Views About Model And Modelling. **GIREP-Modeling in Physics and Physics Education**-20-25 Ağustos-Amsterdam-Hollanda.2006

B. Güneş, **Ç. Gülçiçek** ve N. Bagcı, Eğitim Fakültelerindeki Fen Öğreticilerinin Model ve Modelleme Hakkındaki Görüşlerinin İncelenmesi. XII. Eğitim Bilimleri Kongresi.2004. Antalya

B. Güneş, N. Bagcı ve **Ç. Gülçiçek**. Fen Bilimlerinde Kullanılan Modellerle İlgili Öğretmen Görüşlerinin Tespit Edilmesi. XII. Eğitim Bilimleri Kongresi.2004.Antalya

Kitap Bölümü :
R. Yağbasan, B Güneş, İ. E. Özdemir, B. K. Temiz, **Ç. Gülçiçek** U. Kanlı, Y. Ünsal, T. Tunç, **Konu Alanı Ders Kitabı İnceleme Kılavuzu (Fizik),** Baskıda, 2005

Arş.Grv.Hasan Şahin KIZILCIK

Ad-Soyad	:	Hasan Şahin KIZILCIK
Ünvanı	:	Araştırma Görevlisi
Kurum	:	Gazi Eğitim Fakültesi, OFMAE Bölümü, Fizik Öğretmenliği Anabilim Dalı
Doğum Yeri	:	Kastamonu
Doğum Tarihi	:	19.10.1980
Uyruğu	:	Türkiye Cumhuriyeti
Medeni Durumu	:	Bekar
Askerlik Durumu	:	Tecilli
Yazışma Adresi	:	Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Dekanlık Binası, Fizik Laboratuvarları, 06500 Teknikokullar, Beşevler, Ankara/TÜRKİYE

Uluslararası İndekslerde (SCI, SCI-EXP., SSCI, AHCI) Taranan Hakemli Dergilerde Yayınlanan Makaleler

1. Kızılcık, H. Ş.; Temiz, B. K.; Tan, M. & İngeç, Ş. K. (2007) A Study of Verbal Section Teacher Candidates' Attitute Towards Science, Science Education and Technology, *Eğitim ve Bilim - Education and Science*, 32 (146), p.80-88 October 2007.

2. Ünsal, Y. & Kızılcık, H. Ş. Differences Arising From Language in Perceiving Some Terms in Physics Education (Yayına gönderildi)

3. Kızılcık, H. Ş. & Güneş, B. Developing Three-Tire Misconception Test About Regular Circular Motion (Yayına gönderildi)

Uluslararası Diğer İndekslerde Taranan Hakemli Dergilerde Yayınlanan Makaleler

1. Temiz, B. K. & Kızılcık, H. Ş. Eğik Düzlemde Hareketin Dinamiğine İlişkin Öğrenci Düşünceleri (Yayına gönderildi)

Ulusal Hakemli Dergilerde Yayınlanan Makaleler

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

2. Kızılcık, H. Ş. & Tan, M. İtme ve Momentum Konusunda Çoktan Seçmeli Bir Test Geliştirilmesi (Yayına gönderildi)

E. **Uluslararası Bilimsel Kongre ve Sempozyumlarda Sunulmuş Poster Sunuları**

1. 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, Poster Bildiri, Çanakkale-TÜRKİYE, 2009.

Ulusal Bilimsel Kongre ve Sempozyumlarda Sunulmuş Sözlü Bildiriler

1. Kızılcık, H. Ş. & Ünsal, Y. *Fizik Öğretmeni Adaylarının Bazı Eş Anlamlı Fizik Kavramlarını Algılama Düzeyleri ve Kullanım Tercihleri: Bir Durum Çalışması,* VIII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Bildiri, Bolu-TÜRKİYE, 2008.

Ulusal Bilimsel Kongre ve Sempozyumlarda Sunulmuş Poster Sunuları

1. Kızılcık, H. Ş. & Güneş, B. *Düzgün Dairesel Hareket Konusundaki Kavram Yanılgılarının Üç Aşamalı Test İle Tespit Edilmesi,* VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Poster Bildiri, Ankara-TÜRKİYE, 2006.

2. Temiz, B. K. & Kızılcık, H. Ş. *Sürtünmeli Eğik Düzlemde Harekette Serbest Cisim Diyagramı Çizme,* VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Poster Bildiri, Ankara-TÜRKİYE, 2006.

Uluslararası Kongre ve Sempozyumlar

1. The 1st International Congress Of Educational Research, Katılımcı, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, 1-3 Mayıs 2009, Çanakkale-TÜRKİYE

B. **Ulusal Kongre ve Sempozyumlar**

1. Eğitim Fakültelerinde Yeniden Yapılandırmanın Sonuçları ve Öğretmen Yetiştirme Sempozyumu, Dinleyici, Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, 22–24 Eylül 2005, Ankara-TÜRKİYE

2. VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Katılımcı, Gazi Üniversitesi, 7-9 Eylül 2006, Ankara-TÜRKİYE

3. VIII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Katılımcı, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, 27-29 Ağustos 2008, Bolu-TÜRKİYE

Adı Soyadı : **Volkan DAMLI**
Görevi : Araştırma Görevlisi
Görev Unvanı : Arş. Gör.
Doğum Tarihi : 19–06–1985
Doğum Yeri : Ünye-ORDU
Medeni Durumu : Bekâr
Yabancı Dil : İngilizce

A. Öğrenim Durumu:

Derece	*Bölüm / Program*	*Kurum*	*Yıl*
Lise	Fen Bilimleri	Hamdi Bozbağ Anadolu Lisesi	2003
Lisans	Fizik Eğitimi Bölümü	Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi	2008

B. İş Deneyimi:

Görev Unvanı	*Görev Yeri*	*Zaman Aralığı*
Araştırma Görevlisi	Gazi Üniversitesi – Gazi Eğitim Fakültesi - Fizik Eğitimi Anabilim Dalı	04.03.2009 –……..

ESERLER LİSTESİ

A. Katıldığı Bilimsel Kongre ve Sempozyumlar:

A01. ***VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Alanları Eğitimi Kongresi***, Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi, 07–09 Eylül 2006, Ankara-TÜRKİYE.
A02. ***VIII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi,*** Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi, 27–29 Ağustos 2008, Bolu-TÜRKİYE.

B. Ulusal Bilimsel Kongre ve Sempozyumlarda Sunmuş Olduğu Tebliğler:

B01. Uygar KANLI, Seher PERVAN, Volkan DAMLI, Rıza SALAR, Serkan MERT *"Fizik Öğretmenlerinin Kuvvet Konusundaki Kavram Yanılgılarının Tespiti Üzerine Bir Araştırma"*, **VIII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi,** Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi, 27–29 Ağustos 2008, Bolu-TÜRKİYE.

C. Ulusal Bilimsel Kongre ve Sempozyumlarda Sunulmak Üzere Özeti Basılmış Bildiriler:

C01. Uygar KANLI, Seher PERVAN, Volkan DAMLI, Rıza SALAR, Serkan MERT *"Fizik Öğretmenlerinin Kuvvet Konusundaki Kavram Yanılgılarının Tespiti Üzerine Bir Araştırma"*, **VIII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Alanları Eğitimi Kongresi Bildiri Özetleri Kitabı**, s.194

Adı Soyadı : **Rıza SALAR (Yüksek Lisans Öğrencisi)**
Doğum Tarihi : 20 Ekim 1985
Doğum Yeri : Denizli
Medeni Durumu : Bekâr
Yabancı Dil : İngilizce

A. Öğrenim Durumu:

Derece	*Bölüm / Program*	*Kurum*	*Yıl*
Lise	Fen Bilimleri	Denizli Anadolu Lisesi	2003
Lisans	Fizik Eğitimi Bölümü	Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi	2008
Yüksek Lisans	Fizik Eğitimi Bölümü	Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Bilimleri Enstitüsü	Devam Ediyor

B. İş Deneyimi:

Görev Unvanı	*Görev Yeri*	*Zaman Aralığı*
Ücretli Asistan	Gazi Üniversitesi – Gazi Eğitim Fakültesi - Fizik Eğitimi Anabilim Dalı	04.03.2009 –……..

ESERLER LİSTESİ

A. Katıldığı Bilimsel Kongre ve Sempozyumlar:

A01. ***VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Alanları Eğitimi Kongresi***, Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi, 07–09 Eylül 2006, Ankara-TÜRKİYE.

B. Ulusal Bilimsel Kongre ve Sempozyumlarda Sunmuş Olduğu Tebliğler:

B01. Uygar KANLI, Seher PERVAN, Volkan DAMLI, **Rıza SALAR**, Serkan MERT *"Fizik Öğretmenlerinin Kuvvet Konusundaki Kavram Yanılgılarının Tespiti Üzerine Bir Araştırma"*, **VIII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi,** Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi, 27–29 Ağustos 2008, Bolu-TÜRKİYE.

C. Ulusal Bilimsel Kongre ve Sempozyumlarda Sunulmak Üzere Özeti Basılmış Bildiriler:

C01. Uygar KANLI, Seher PERVAN, Volkan DAMLI, **Rıza SALAR**, Serkan MERT *"Fizik Öğretmenlerinin Kuvvet Konusundaki Kavram Yanılgılarının Tespiti Üzerine Bir Araştırma"*, **VIII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Alanları Eğitimi Kongresi Bildiri Özetleri Kitabı**, s.194

Form - 4

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJESİ (BAP)

GELİŞME RAPORU HAZIRLAMA FORMU

PROJE KODU : 04/2010-05

PROJE ADI :Laboratuvar Yaklaşımları: Fizik Deneylerinin Öğrencilerin Başarılarına Etkisi

PROJE BAŞLAMA TARİHİ: 01.06.2010

RAPOR TÜRÜ : ( )Ara Rapor **(x) Kesin Rapor**

RAPOR YILI : **2012**

RAPOR DÖNEMİ : (x) 30 HAZİRAN ( ) 31 ARALIK

PROJE YÖNETİCİSİ : Ögr. Grv. Dr. Çağlar GÜLÇİÇEK

FAKÜLTE/ENSTİTÜ/YÜKSEK OKUL : Gazi Eğitim Fakültesi

BÖLÜM/ANABİLİM/BİLİM DALI : Fizik Eğitimi Anabilim Dalı

PROJENİN ADI :Laboratuvar Yaklaşımları: Fizik Deneylerinin Öğrencilerin Başarılarına Etkisi

Toplam Desteklenen Miktar	:	6200	YTL.
Şimdiye Kadar Harcanan Miktar	:	4629	YTL.
Rapor Dönemi Sonu Kalan Miktar	:	1571	YTL.

Proje Yöneticisi imzası:

Rapor Sunuş Tarihi : 23.07.2012

EK: Ayrıntılı Kesin Rapor

1. GİRİŞ

1.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Deney yapma bir doğal süreçle ilgili edinilmemiş bilgileri elde etme yollarından biridir. Şu ana kadar ki bilgi birikimlerimizin çoğu bilim insanlarınca yapılmış deneylerin ürünleridir. Bu yönüyle deney yapmak bir bilim insanı gibi davranmayı ve onların izlediği bilimsel süreçleri takip etmeyi gerektir. Sınıflarda özellikle fen bilimlerinin vazgeçilmez bir parçası olan deneyler öğretim açısından da son derece önemli ve de gereklidir. Bu yönüyle öğrencilerin deneyler yapması hem onların bilim insanlarının izlediği basamakların neler olduğunu fark etmelerine yardım eder ve bizzat kendisinin parçası olduğu bir doğal süreci diğer yöntemlere göre daha kolaylıkla öğrenmesini sağlayabilir. Çünkü deney esnasında öğrenci yaparak yaşayarak öğrenir. Fakat bazen deney yapmak öğrenciler de istenilen etkiyi yaratmayabilir. Bunun özel nedenleri olabileceği gibi, deney yapma biçimleri de etkili olabilir. Kapalı uçlu, açık uçlu ve hipotez test etme vb. şekillerde sınıflandırılabilen deneylerin yapısı öğrencinin ve ilgilenilen doğal sürecin özellikleri dikkate alınarak belirlenmesi önemlidir. Kapalı uçlu deneyler genellikle sonucu bilinen bir olayın ispatlanması şeklindedir. Açık uçlu deneylerde ise öğrenciler sonuçlara kendileri ulaşır yani sonucu önceden bilmezler. Hipotez test etme deneylerinde öğrenciler ortaya attıkları hipotezi test etmeye çalışırlar. Her durumda tüm deneyler bilimsel süreçlerin uygun becerilerle takip edilmesini gerektirir. Gerekli şartlar sağlandığında laboratuvar deneyleri kavramsal değişimi önemli ölçüde destekleyebilir (Ayas, 2011).

Bu araştırma, öğrencilerin dalgalar konusundaki bazı deneylerin hangi laboratuvar yaklaşıma göre yapılmasının öğrencinin ilgili konudaki kavramsal değişimine katkısının ne olacağını tespit etmek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla laboratuvar yaklaşımları olarak geleneksel yaklaşım (doğrulama), hipotez test etme ve 5E öğrenme yaklaşımı ele alınmıştır. Bu yönüyle araştırma sonuçları özellikle dalgalar konusundaki deneylerin içeriğinin nasıl düzenlenmesi gerektiği hakkında önemli ipuçları vermiştir.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma Modeli

Araştırma, bir gruplu yarı deneysel modellidir. Araştırma kapsamında, üç farklı laboratuvar yaklaşımı ile tasarlanmış beş deney, ikişer kişilik gruplar halinde yapılmıştır. Belirlenen ölçütlere göre seçilmiş altı katılımcı, ikişer kişilik gruplara ayrılmıştır. Söz konusu grupların her biri eş zamanlı olarak önceden hazırlanan beş deneyi farklı laboratuvar yaklaşımlarına göre yapmışlardır. Bu laboratuvar yaklaşımları, 5E (LY1), Hipotez test etme (LY2) ve geleneksel olarak yapılan doğrulama (LY3) yaklaşımlarıdır. Araştırma kapsamında, ön test ve son test analizleri, yarı yapılandırılmış görüşmeler ve deney raporları veri kaynakları olarak kullanılmıştır. Söz konusu üç laboratuvar yaklaşımı, elde edilen bulgular ışığında kavramlar bazında karşılaştırılmıştır.

2.2. Katılımcılar

Bu bölümde araştırmaya katılan öğretmen adaylarının seçimi ve özellikleri üzerinde durulmuştur.

2.2.1. Katılımcıların Seçimi

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 dalgalarda temel kavramlar ve girişim konusunda laboratuvar yaklaşımlarının ayrıntılı karşılaştırılmasını 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.

2.2.2. Katılımcıların Özellikleri

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 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 Titreşim ve Dalgalar adıyla verilen dersi teorik dersi ve Titreşim ve Dalgalar Laboratuvarı adı ile verilen laboratuvar dersini almamış olmalıdır. Çünkü katılımcıların, üniversitede bu konu hakkında bir öğrenim görmeleri veri zenginliğini olumsuz yönde etkileyebilir. İlgili anabilim dalının öğretim programında, ilgili derslerin üçüncü yılın bahar dönemlerinde, yani altıncı yarıyılda olduğu saptanmıştır. Bu nedenle, birinci veya ikinci sınıf öğrencileri arasından katılımcı seçimi yapılması uygun görülmüştür.

Çalışmada araştırmacıların 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 katılımcı seçimi, DTT ve DGT testlerinden alınan puanlar dikkate alınarak belirli tabakalara denk gelen öğrenciler içinden iletişim becerileri yüksek olan ve istekli olanlardan seçilmiştir. Çalışmaya katılan altı öğrencinin biri erkek, beşi bayandır.

Katılımcılar, farklı laboratuvar yaklaşımları ile etkinlikler yapmak üzere ikişerli kümelere ayrılmıştır. Katılımcıların gruplara ayrımında öncelikle DTT ve DGT'den aldıkları puanlar ve aralarındaki toplumsal ilişkileri göz önüne alınmıştır. Hangi kümenin hangi yaklaşımla deney yapacağı tamamen rasgele kura çekerek belirlenmiştir. Katılımcıların kimliklerini etik açıdan gizli tutmak amacıyla, çalışmada K1… K6 kod adlarıyla söz edilmiştir.

2.3. Ölçme Araçları

Bu kısımda, araştırmada kullanılan ölçme araçları, geliştirilme süreçleri, kullanım amaçları, kullanış biçimleri ve özelliklerinden söz edilecektir.

2.3.1. Çoktan Seçmeli Kavramsal Testler

Araştırmaya katılan öğrencilerin dalgalar konusundaki temel kavramlar ve girişim hakkında o anda var olan kavramsal yapısını, nicel olarak ortaya koymak amacıyla çoktan seçmeli iki aşamalı testler kullanılmıştır. Etkinlik öncesi "ön test" olarak; etkinlik sonrası ise, "son test" olarak "Dalgalar Konusunda Temel Kavramlar Testi" (DTT) ve "Dalga Girişim Testi" (DGT) adında iki adet iki aşamalı test uygulanmıştır. Burada amaç, araştırmaya katılan öğrencilerin, farklı yaklaşımlarla gerçekleştirilen laboratuvar etkinliklerinden önce ve sonra, kavramsal sorulardan oluşan bir ölçek yardımıyla, dalgalar ile ilgili kavramlarında nicel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemektir. Söz konusu ölçekler araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir.

2.3.1.1. Ölçeklerin Geliştirilmesi

Dalgalar konusunda art arta uygulanan iki adet test geliştirilmiştir. Bu testlerin geliştirilme süreçleri bu kısımda incelenmiştir. Ölçeklerin geliştirilmesi sırasında aşağıdaki basamaklar izlenmiştir (Gronlund, 1998).

1. Ölçülmesi planlanan öğrenme çıktılarını ve kavramları belirleme,
2. Ölçeğin belirtke tablosunu oluşturma,
3. Kaynaklardan çeviri yapma ve amaca uygun ölçek soruları oluşturma,
4. Soruları gözden geçirme, uzaman görüşü alma ve düzenleme,
5. Ölçekteki soruları sıraya koyma,
6. Ölçeğin uygulama yönergesini hazırlama,

7. Ölçeğin pilot uygulamasını gerçekleştirme,
8. Güvenilirlik ve madde analizlerini yapma,
9. Ölçeğin son halini alması

Spector (1992) ölçek geliştirmede; yapının tanımlanması, ölçeğin tasarlanması, ön uygulama (pilot uygulama), madde analizi, geçerlik ve normlama süreçlerini içeren bir döngü önermektedir. Bu döngüdeki bazı süreçler, ölçek istenilen biçime gelinceye kadar birden çok kez tekrarlanabilir. Bu durumda ölçek geliştirme çalışmaları, birkaç kez ön uygulama yapmayı ve tekrar tekrar madde analizi yapmayı gerektirebilir. Ölçek geliştirmek, üzerinde titizlikle durulması gereken ve zaman alan bir süreç olduğundan, gerek öğrenme çıktılarını belirleme, gerekse amaca uygun ölçek soruları oluşturma aşaması, mümkün olduğunca fazla uzman görüşüne de yer verilerek gerçekleştirilmiştir.

İlk olarak önceden konuyla ilgili olarak geliştirilmiş olan ölçeklerden yabancı dilde olanları araştırmacılar tarafından Türkçeye çevrilmiştir. Söz konusu çeviriler alan eğitimi ve alanda uzman olan üç kişinin görüşleri alınarak gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Daha sonra kaynaklardan yararlanarak araştırmacılar tarafından sorular yazılmıştır. Böylece geniş bir soru havuzu elde edilmiştir. Elde edilen havuzdan amaca uygun ve bilimsel hata içermeyen sorular seçilerek pilot uygulama yapmak üzere bir test oluşturulmuştur. Daha sonra pilot uygulama gerçekleştirilmiş, gerekli analizler yapılmış ve uygun olmayan test maddeleri çıkarılmıştır. Testler son haliyle yeniden incelenmiştir.

2.3.1.1.1. Dalgalar Konusunda Temel Kavramlar Testi'nin (DTT) Geliştirilmesi

Dalgalar ile ilgili temel kavramlara yönelik olarak, kullanılan "Dalgalar Konusunda Temel Kavramlar Testi" (DTT), çeşitli kaynaklardan yararlanılarak araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Ölçek, birinci aşaması çoktan seçmeli, ikinci aşaması ise açık uçlu olarak geliştirilmiştir. İlk aşamada kavramsal bir soru maddesi bulunmaktadır. İkinci aşama ise bu soruya verilen yanıtın nedenini sorgulamak amacıyla hazırlanmıştır.

DTT, çoktan seçmeli ve dolayısıyla nicel ölçüm yapma olanağı sağlayan bir ölçektir. Alan yazında konu ile ilgili var olan ölçekleri kullanmak yerine, araştırmacılar tarafından geliştirilmesinin nedeni, alan yazında bu konu ile ilgili olarak daha önceden geliştirilmiş olan ölçeklerin kapsam ve içerik açısından amaca uygun olmayışıdır. Ölçeğin geliştirilmesi

sırasında, bu konuda daha önce ölçek geliştirmiş olan bazı araştırmacıların ölçeklerinden ve ders kitaplarından da yararlanılmıştır (Caleon ve Subramanian, 2010; Güven-Der, 1997; Li, 2002; Mazur 1997b; Roedel ve diğ., 1998).

Söz konusu test (DTT), ilk olarak 41 maddeden oluşacak biçimde hazırlanmıştır. Oluşturulan testte çeşitli kavramlara yönelik sorular bulunmaktadır. Söz konusu süreçte öğrencilere kazandırılması amaçlanan kavramların ölçülmesi gerekmektedir. Ölçeğin ölçeceği kavramlar ve ilişkilerin sorulara göre dağılımı belirlenmiştir. Araştırmacılar tarafından çeşitli kaynaklardan yararlanılarak hazırlanan soruların pilot uygulama öncesinde kavramlara ve kavramlar arası ilişkilere göre dağılımı Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. DTT için pilot uygulama öncesinde soruların dağılımını gösteren belirtke tablosu

Soru No	**Konu**	**İlişkili Kavramlar**	**Kaynak**
1	Suda frekans-dalga boyu ilişkisi	Frekans ve dalga boyu	Li (2002)
2	Suda frekans-dalga boyu ilişkisi	Frekans ve dalga boyu	Li (2002)
3	Frekans-dalga boyu ilişkisi	Frekans ve dalga boyu	Caleon ve Subramanian (2010)
4	İpte frekans-dalga boyu ilişkisi	Frekans ve dalga boyu	Caleon ve Subramanian (2010)
5	İpte frekans-dalga boyu ve frekans-hız ilişkisi	Frekans ve dalga boyu, yayılma hızı	Caleon ve Subramanian (2010)
6	İpte genlik-hız ilişkisi	Faz hızı, genlik ve enerji	Caleon ve Subramanian (2010)
7	Dalganın yapısı	Dalganın yapısı	Caleon ve Subramanian (2010)
8	İpte hız-ortam ilişkisi	Ortam, yayılma hızı	Caleon ve Subramanian (2010)
9	İpte genlik-enerji ilişkisi	Genlik ve enerji	Caleon ve Subramanian (2010)
10	İpte faz hızı	Faz hızı	Caleon ve Subramanian (2010)
11	İpte frekans-ortam ilişkisi	Frekans ve dalga boyu, ortam	Caleon ve Subramanian (2010)
12	İpte hız-ortam ilişkisi	Ortam, yayılma hızı	Caleon ve Subramanian (2010)
13	Dalganın tanımı	Dalganın yapısı	Roedel ve diğ. (1998)
14	Kararlı dalga	İğ ve kararlı dalga	Roedel ve diğ. (1998)
15	Periyot	Frekans ve dalga boyu	Mazur (1997b)
16	Dalga türleri	Dalganın yapısı	Mazur (1997b)
17	İpte hız-ortam ilişkisi	Ortam, yayılma hızı	Mazur (1997b)
18	İpte üst üste binen dalgalar	Üst üste binme	Mazur (1997b)
19	İğler	İğ ve kararlı dalga	Mazur (1997b)
20	İpte frekans-kuvvet ve frekans-genlik ilişkisi	Frekans ve dalga boyu, ipi geren kuvvet, genlik ve enerji	-
21	İpte frekans-kuvvet ve kuvvet-uzunluk ilişkisi	Frekans ve dalga boyu, ipi geren kuvvet, uzunluk	-
22	İpte ortam-frekans ilişkisi	Frekans ve dalga boyu, ortam	-
23	İpte hız-ortam ilişkisi	Ortam, yayılma hızı	-
24	Suda hız-ortam ilişkisi	Ortam, yayılma hızı	-
25	Suda frekans-ortam ilişkisi	Frekans ve dalga boyu, ortam	-
26	Suda ortam-genlik ilişkisi	Ortam, genlik	Güven-Der (1997)
27	Suda dalga hız-frekans ve dalga boyu-frekans ilişkisi	Frekans ve dalga, yayılma hızı boyu	-
28	Suda dalga hızı-frekans, dalga boyu-frekans ve dalga sayısı-frekans ilişkisi	Frekans ve dalga boyu, yayılma hızı	-

29	Suda yansıma	Yansıma	-
30	İpte ortam-hız ilişkisi	Ortam	Güven-Der (1997)
31	İpte ortam-genlik ilişkisi	Ortam, genlik	Güven-Der (1997)
32	Suda yansıma	Yansıma	-
33	Suda yansıma	Yansıma	-
34	Suda yansıma	Yansıma	-
35	İpte enerji-genlik ilişkisi	Genlik ve enerji	Güven-Der (1997)
36	İpte faz farkı	Faz farkı	Güven-Der (1997)
37	Suda hız-ortam ilişkisi	Ortam	-
38	Suda kırılma	Kırılma	Güven-Der (1997)
39	Suda kırılma	Kırılma	Güven-Der (1997)
40	Suda kırılma	Kırılma	-
41	Suda yansıma	Yansıma	Güven-Der (1997)

Tablo 1'de görüldüğü gibi, DTT pilot uygulama öncesinde çeşitli 16 farklı kavramı ölçmek üzere tasarlanmıştır. Söz konusu kavramları, çeşitli boyutlarını ve kavramlar arası ilişkileri ölçmek için farklı sayılarda test maddesi bulunmaktadır.

DTT'nin pilot uygulaması 125 öğrencinin katılımıyla yapılmıştır. Bu pilot uygulamaya katılan öğrencilerin tamamı fizik öğretmenliği lisans öğrencileridir.

Yapılan pilot 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 2'de verilmiştir.

Tablo 2. DTT için yapılan pilot uygulamanın genel istatistikleri

Nicelik	**Değeri**
Soru Sayısı	41
Örneklem Sayısı	125
Ortalama Puan	16,22
Varyans	37,25
Standart Sapma	6,10
Çarpıklık	0,19
Basıklık	-0,77
En Düşük Puan	5,00
En Yüksek Puan	28,00
Ortanca	16,00
Ortalama Güçlük Derecesi	0,40
KR-20 Güvenirlilik Katsayısı	0,79

Kehoe (1995), 10-15 kadar sorudan oluşan çoktan seçmeli ölçekler için 0,50 kadar olan KR-20 güvenirlik katsayısının yeterli olacağını, ölçek 50 sorudan çok ise, bu katsayının 0,80 olması gerektiğini belirtmiştir. Ölçekten elde edilen verilerin 0,79 gibi yeterli bir güvenilirlik katsayısına sahip olduğu görülmüştür. Ölçeğin ortalama puanı 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. Madde ayırıcılık güçlükleri alt ve üst %27'lik gruplara göre Bağımsız Örneklem T-Testi ile yapılmıştır. Anlamlılık değeri 0,05'in üstünde olan test maddeleri için alt dilim ile üstü dilim arasında anlamlı bir fark bulunmadığı için yeterli ayırıcılık gücüne sahip olmadığı söylenebilir. Yapılan analizlerin ayrıntıları Tablo 3'te verilmiştir. Ölçek sorularının ayırma gücü uygun düzeydedir.

Tablo 3. DTT için yapılan madde analizi sonuçları

Soru No	Üst Dilimin Doğru Oranı	Alt Dilimin Doğru Oranı	Madde Güçlüğü	Anlamlılık Değeri
1	0,47	0,38	0,42	0,47
2	0,62	0,41	0,51	0,09
3	0,15	0,11	0,11	0,73
4	0,85	0,50	0,64	0,00
5	0,68	0,06	0,35	0,00
6	0,82	0,32	0,56	0,00
7	0,35	0,06	0,21	0,00
8	0,68	0,32	0,38	0,00
9	0,79	0,21	0,46	0,00
10	0,65	0,21	0,38	0,00
11	0,65	0,12	0,31	0,00
12	0,97	0,47	0,74	0,00
13	0,88	0,29	0,68	0,00
14	0,38	0,09	0,26	0,00
15	0,94	0,74	0,86	0,02
16	0,53	0,18	0,38	0,00
17	0,59	0,12	0,35	0,00
18	0,85	0,26	0,60	0,00
19	0,15	0,15	0,15	1,00
20	0,47	0,24	0,32	0,04
21	0,56	0,21	0,46	0,00
22	0,68	0,21	0,51	0,00
23	0,76	0,44	0,64	0,01
24	0,71	0,35	0,46	0,00
25	0,65	0,29	0,42	0,00
26	0,12	0,12	0,11	1,00
27	0,82	0,29	0,54	0,00
28	0,85	0,35	0,56	0,00
29	0,61	0,21	0,38	0,00
30	0,50	0,12	0,28	0,00
31	0,26	0,15	0,18	0,24
32	0,71	0,24	0,48	0,00
33	0,71	0,18	0,46	0,00
34	0,21	0,14	0,16	0,53
35	0,65	0,18	0,40	0,00
36	0,44	0,09	0,25	0,00
37	0,56	0,15	0,38	0,00
38	0,26	0,09	0,17	0,06
39	0,32	0,15	0,34	0,09
40	0,26	0,06	0,23	0,02
41	0,41	0,24	0,38	0,12

Testte yer alan maddelerden 1, 2, 3, 19, 26, 31, 34, 38, 39 ve 41 numaralı soruların T-Testi sonuçlarında anlamlı fark vardır. Bu nedenle bu soruların ayırt ediciliği yetersizdir. Bu nedenle bu test maddeleri DTT'den çıkarılmıştır. Ölçek 31 maddeden oluşan yeni haliyle yeniden incelenmiştir. Bu durumda yapılan analizlerin sonucu Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. DTT'nin soru çıkardıktan sonraki genel istatistikleri

Nicelik	**Değeri**
Soru Sayısı	31
Örneklem Sayısı	125
Ortalama Puan	13,76
Varyans	31,12
Standart Sapma	5,58
Çarpıklık	0,22
Basıklık	-0,86
En Düşük Puan	4,00
En Yüksek Puan	25,00
Ortanca	13,00
Ortalama Güçlük Derecesi	0,45
KR-20 Güvenirlilik Katsayısı	0,80

Yapılan pilot uygulama sonucunda, ölçeğin geçerli ve güvenilir, ayrıca normal dağılıma oldukça yakın sonuçlar verdiği, ölçek sorularının 31'inin ayırıcılık gücünün istenen aralıklarda olduğu görülmüştür.

DTT'nin maddelerinin pilot uygulama sonrasında aldığı son halde kavramlara ve kavramlar arası ilişkilere göre dağılımı Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. DTT için pilot uygulama sonrasında soruların dağılımını gösteren belirtke tablosu

Soru No	**Konu**	**İlişkili Kavramlar**	**Kaynak**
1	İpte frekans-dalga boyu ilişkisi	Frekans ve dalga boyu	Caleon ve Subramanian (2010)
2	İpte frekans-dalga boyu ve frekans-hız ilişkisi	Frekans ve dalga boyu, yayılma hızı	Caleon ve Subramanian (2010)
3	İpte genlik-hız ilişkisi	Faz hızı, genlik ve enerji	Caleon ve Subramanian (2010)
4	Dalganın yapısı	Dalganın yapısı	Caleon ve Subramanian (2010)
5	İpte hız-ortam ilişkisi	Ortam, yayılma hızı	Caleon ve Subramanian (2010)
6	İpte genlik-enerji ilişkisi	Genlik ve enerji	Caleon ve Subramanian (2010)
7	İpte faz hızı	Faz hızı	Caleon ve Subramanian (2010)
8	İpte frekans-ortam ilişkisi	Frekans ve dalga boyu, ortam	Caleon ve Subramanian (2010)
9	İpte hız-ortam ilişkisi	Ortam, yayılma hızı	Caleon ve Subramanian (2010)
10	Dalganın tanımı	Dalganın yapısı	Roedel ve diğ. (1998)
11	Kararlı dalga	İğ ve kararlı dalga	Roedel ve diğ. (1998)
12	Periyot	Frekans ve dalga boyu	Mazur (1997b)
13	Dalga türleri	Dalganın yapısı	Mazur (1997b)
14	İpte hız-ortam ilişkisi	Ortam, yayılma hızı	Mazur (1997b)

15	İpte üst üste binen dalgalar	Üst üste binme	Mazur (1997b)
16	İpte frekans-kuvvet ve frekans-genlik ilişkisi	Frekans ve dalga boyu, ipi geren kuvvet, genlik ve enerji	-
17	İpte frekans-kuvvet ve kuvvet-uzunluk ilişkisi	Frekans ve dalga boyu, ipi geren kuvvet, uzunluk	-
18	İpte ortam-frekans ilişkisi	Frekans ve dalga boyu, ortam	-
19	İpte hız-ortam ilişkisi	Ortam, yayılma hızı	-
20	Suda hız-ortam ilişkisi	Ortam, yayılma hızı	-
21	Suda frekans-ortam ilişkisi	Frekans ve dalga boyu, ortam	-
22	Suda dalga hız-frekans ve dalga boyu-frekans ilişkisi	Frekans ve dalga, yayılma hızı boyu	-
23	Suda dalga hızı-frekans, dalga boyu-frekans ve dalga sayısı-frekans ilişkisi	Frekans ve dalga boyu, yayılma hızı	-
24	Suda yansıma	Yansıma	-
25	İpte ortam-hız ilişkisi	Ortam	Güven-Der (1997)
26	Suda yansıma	Yansıma	-
27	Suda yansıma	Yansıma	-
28	İpte enerji-genlik ilişkisi	Genlik ve enerji	Güven-Der (1997)
29	İpte faz farkı	Faz farkı	Güven-Der (1997)
30	Suda hız-ortam ilişkisi	Ortam	-
31	Suda kırılma	Kırılma	-

Tablo 5'te görüldüğü gibi, DTT pilot uygulama sonrasında aldığı son halde, çeşitli 16 farklı kavramı ölçer durumdadır. Söz konusu kavramları, öncekine göre değişmiş olsa da, çeşitli boyutlarını ve kavramlar arası ilişkileri ölçmek için farklı sayılarda test maddesi bulunmaktadır.

2.3.1.1.2. Dalga Girişim Testi'nin (DGT) Geliştirilmesi

Dalgalarda gerçekleşen girişim ile ilgili olarak, kullanılan "Dalga Girişim Testi" (DGT) de, çeşitli kaynaklardan yararlanılarak araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Ölçek, DTT gibi, birinci aşaması çoktan seçmeli, ikinci aşaması ise açık uçlu olarak geliştirilmiştir. İlk aşamada kavramsal bir soru maddesi bulunmaktadır. İkinci aşama ise bu soruya verilen yanıtın nedenini sorgulamak amacıyla hazırlanmıştır.

DGT, DTT ile aynı nedenlerden ötürü geliştirilmiştir. DGT de DTT ile aynı yöntem kullanılarak, çeşitli kaynaklar yardımı ile geliştirilmiştir (Li, 2002; Mazur, 1997a).

Söz konusu test (DGT), ilk olarak 26 maddeden oluşacak biçimde hazırlanmıştır. Oluşturulan testte çeşitli kavramlara yönelik sorular bulunmaktadır. Söz konusu süreçte öğrencilere kazandırılması amaçlanan kavramların ölçülmesi gerekmektedir. Ölçeğin ölçeceği

kavramlar ve ilişkilerin sorulara göre dağılımı belirlenmiştir. Araştırmacılar tarafından çeşitli kaynaklardan yararlanılarak hazırlanan soruların pilot uygulama öncesinde kavramlara ve kavramlar arası ilişkilere göre dağılımı Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. DGT için pilot uygulama öncesinde soruların dağılımını gösteren belirtke tablosu

Soru No	**Konu**	**İlişkili Kavramlar**	**Kaynak**
1	Girişimin yapısı	Girişim	-
2	Faz farkı ve yapıcı-yıkıcı girişim	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim, faz farkı	-
3	Faz farkı	Faz farkı	-
4	Faz farkı	Faz farkı	-
5	Yapıcı-yıkıcı girişim	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim	-
6	Suda frekans	Frekans	Li (2002)
7	Suda faz farkı	Faz farkı	Li (2002)
8	Suda kaynaklar arası uzaklık	Kaynaklar arası uzaklık	Li (2002)
9	Suda yapıcı-yıkıcı girişim	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim	Li (2002)
10	Suda yapıcı-yıkıcı girişim	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim	Li (2002)
11	Suda yapıcı-yıkıcı girişim	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim	Li (2002)
12	Suda yapıcı-yıkıcı girişim	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim	Li (2002)
13	Yol farkı	Yol farkı	Li (2002)
14	Yol farkı	Yol farkı	Li (2002)
15	Suda kaynaklar arası uzaklık	Kaynaklar arası uzaklık	-
16	Suda yapıcı-yıkıcı girişim	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim	-
17	Işıkta girişim deseninin şekli	Girişim	Mazur (1997a)
18	Işıkta girişimin yapısı	Girişim	-
19	Işıkta faz farkı	Faz farkı	-
20	Işıkta girişimin yapısı	Girişim	-
21	Işıkta perdenin yarıklara uzaklığı	Uzaklık	-
22	Işıkta kaynağın yarıklara uzaklığı	Uzaklık	-
23	Işıkta faz farkı	Faz farkı	-
24	Işıkta faz farkı	Faz farkı	-
25	Işıkta saçak aralığı	Saçak genişliği	-
26	Işıkta saçak aralığı	Saçak genişliği	-

Tablo 6'da görüldüğü gibi, DGT pilot uygulama öncesinde çeşitli 9 farklı kavramı ölçmek üzere tasarlanmıştır. Söz konusu kavramları, çeşitli boyutlarını ve kavramlar arası ilişkileri ölçmek için farklı sayılarda test maddesi bulunmaktadır.

DGT'nin pilot uygulaması, DTT ile birlikte aynı 103 öğrencinin katılımıyla yapılmıştır. Bu pilot uygulamaya katılan öğrencilerin tamamı fizik öğretmenliği lisans öğrencileridir.

Yapılan pilot 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 7'de verilmiştir.

Tablo 7. DGT için yapılan pilot uygulamanın genel istatistikleri

Nicelik	**Değeri**
Soru Sayısı	26
Örneklem Sayısı	103
Ortalama Puan	12,98
Varyans	24,23
Standart Sapma	4,92
Çarpıklık	-0,11
Basıklık	-1,21
En Düşük Puan	4,00
En Yüksek Puan	22,00
Ortanca	14,00
Ortalama Güçlük Derecesi	0,50
KR-20 Güvenirlilik Katsayısı	0,79

Ölçekten elde edilen verilerin 0,79 gibi yeterli bir güvenilirlik katsayısına sahip olduğu görülmüştür. Bu verilerin dışında, ölçek için madde analizi de yapılmıştır. Madde ayırıcılık güçlükleri alt ve üst %27'lik gruplara göre Bağımsız Örneklem T-Testi ile yapılmıştır. Anlamlılık değeri 0,05'in üstünde olan test maddeleri için alt dilim ile üstü dilim arasında anlamlı bir fark bulunmadığı için yeterli ayırıcılık gücüne sahip olmadığı söylenebilir. Yapılan analizlerin ayrıntıları Tablo 8'de verilmiştir. Ölçek sorularının ayırma gücü uygun düzeydedir.

Tablo 8. DGT için yapılan madde analizi sonuçları

Soru No	**Üst Dilimin Doğru Oranı**	**Alt Dilimin Doğru Oranı**	**Madde Güçlüğü**	**Anlamlılık Değeri**
1	0,57	0,29	0,39	0,03
2	0,93	0,50	0,76	0,00
3	0,93	0,21	0,55	0,00
4	0,75	0,18	0,47	0,00
5	1,00	0,61	0,80	0,00
6	0,89	0,57	0,73	0,01
7	0,89	0,21	0,59	0,00
8	0,82	0,25	0,50	0,00
9	0,75	0,11	0,41	0,00
10	0,93	0,00	0,59	0,00
11	0,93	0,04	0,59	0,00
12	0,96	0,29	0,63	0,00
13	0,39	0,11	0,31	0,01
14	0,46	0,29	0,33	0,17
15	0,39	0,29	0,28	0,41
16	0,82	0,18	0,49	0,00
17	0,86	0,25	0,62	0,00
18	0,29	0,18	0,22	0,35
19	0,61	0,21	0,41	0,00
20	0,54	0,11	0,36	0,00
21	0,82	0,18	0,56	0,00
22	0,93	0,39	0,67	0,00

23	1,00	0,25	0,63	0,00
24	0,54	0,32	0,44	0,11
25	0,39	0,46	0,33	0,60
26	0,36	0,18	0,32	0,14

Testte yer alan maddelerden 14, 15, 18, 24, 25 ve 26 numaralı soruların T-Testi sonuçlarında anlamlı fark vardır. Bu nedenle bu soruların ayırt ediciliği yetersizdir. Bu nedenle bu test maddeleri DGT'den çıkarılmıştır. Ölçek 20 maddeden oluşan yeni haliyle yeniden incelenmiştir. Bu durumda yapılan analizlerin sonucu Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. DGT'nin soru çıkardıktan sonraki genel istatistikleri

Nicelik	**Değeri**
Soru Sayısı	20
Örneklem Sayısı	103
Ortalama Puan	11,06
Varyans	22,47
Standart Sapma	4,74
Çarpıklık	-0,19
Basıklık	-1,23
En Düşük Puan	2,00
En Yüksek Puan	19,00
Ortanca	12,00
Ortalama Güçlük Derecesi	0,55
KR-20 Güvenirlilik Katsayısı	0,84

Yapılan pilot uygulama sonucunda, ölçeğin geçerli ve güvenilir, ayrıca normal dağılıma daha yakın sonuçlar verdiği, ölçek sorularının 20'sinin ayırıcılık gücünün istenen aralıklarda olduğu görülmüştür.

DGT'nin maddelerinin pilot uygulama sonrasında aldığı son halde kavramlara ve kavramlar arası ilişkilere göre dağılımı Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. DGT için pilot uygulama sonrasında soruların dağılımını gösteren belirtke tablosu

Soru No	**Konu**	**İlişkili Kavramlar**	**Kaynak**
1	Girişimin yapısı	Girişim	-
2	Faz farkı ve yapıcı-yıkıcı girişim	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim, faz farkı	-
3	Faz farkı	Faz farkı	-
4	Faz farkı	Faz farkı	-
5	Yapıcı-yıkıcı girişim	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim	-
6	Suda frekans	Frekans	Li (2002)
7	Suda faz farkı	Faz farkı	Li (2002)
8	Suda kaynaklar arası uzaklık	Kaynaklar arası uzaklık	Li (2002)
9	Suda yapıcı-yıkıcı girişim	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim	Li (2002)
10	Suda yapıcı-yıkıcı girişim	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim	Li (2002)

11	Suda yapıcı-yıkıcı girişim	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim	Li (2002)
12	Suda yapıcı-yıkıcı girişim	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim	Li (2002)
13	Yol farkı	Yol farkı	Li (2002)
14	Suda yapıcı-yıkıcı girişim	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim	-
15	Işıkta girişim deseninin şekli	Girişim	Mazur (1997a)
16	Işıkta faz farkı	Faz farkı	-
17	Işıkta girişimin yapısı	Girişim	-
18	Işıkta perdenin yarıklara uzaklığı	Uzaklık	-
19	Işıkta kaynağın yarıklara uzaklığı	Uzaklık	-
20	Işıkta faz farkı	Faz farkı	-

Tablo 10'da görüldüğü gibi, DGT pilot uygulama sonrasında aldığı son halde, çeşitli 8 farklı kavramı ölçer durumdadır. Söz konusu kavramları, öncekine göre değişmiş olsa da, çeşitli boyutlarını ve kavramlar arası ilişkileri ölçmek için farklı sayılarda test maddesi bulunmaktadır.

2.3.1.2. Ölçeklerin Uygulanması

DTT ve DGT, katılımcıların farklı laboratuvar etkinlikleri öncesi kavramsal düzeyini belirlemek amacıyla ön test olarak; farklı laboratuvar etkinlikleri sonrasında da aynı öğrencilere son test olarak uygulanmıştır. Ön test ve son test uygulamaları arasında 3 ayı aşkın zaman farkı vardır. Ölçek için yazılı yönerge bulunmasına karşın, uygulama sırasında sözlü olarak da yönergedeki konulara değinilmiştir. Gerek ön test gerekse son test uygulamalarında katılımcılara yeterli gelecek kadar süre verilmiştir.

2.3.2. Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Formları

Katılımcıların kavramlar hakkındaki görüşlerini ayrıntılı olarak alabilmek amacıyla, etkinlik öncesi ve sonrasında birer kez olmak üzere ikişer yarı yapılandırılmış görüşme gerçekleştirilmiştir. Bu yarı yapılandırılmış görüşmelerden biri dalgalar konusunda yer alan genel kavramlarla, diğeri ise girişim ile ilgilidir. Araştırma etkinlikleri öncesi, her bir katılımcı ile ayrı oturumlarda her iki görüşme de gerçekleştirilmiştir. Etkinlikler sonrasında da aynı görüşme soruları ile aynı görüşmeler yinelenmiştir. Burada amaç, araştırma etkinleri öncesinde ve sonrasında katılımcıların dalgalar ile ilgili genel kavramlar ve girişim ile ilgili kavramlarında bir farklılık olup olmadığını, varsa bu farklılığın ne şekilde olduğunu ayrıntılı olarak incelemektir.

Görüşmelerde önceden hazırlanan sorular sorulmuş, katılımcıların verdikleri yanıtlara göre ek sorularla veri alımı zenginleştirilmiştir. Sorular, araştırmacılar tarafından hazırlanmıştır. Aynı konudaki görüşmeler aynı araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir.

Böylelikle karşılaştırma yapma olanağı sağlanmış ve görüşmeciden kaynaklanabilecek etkilerdeki farklılıklar en aza indirilmiştir.

2.3.3. Deney Raporları

Araştırmacılar tarafından üç ayrı laboratuvar yaklaşımına göre tasarlanmış olan deney kılavuzları, etkinlik sırasında katılımcılar tarafından bireysel olarak doldurulmuştur. Katılımcıların hazırladıkları deney raporları toplanmıştır ve bir veri kaynağı olarak değerlendirilmiştir. Burada amaç, diğer veri kaynaklarından elde edilen bulgularda, etkinlik öncesi ve sonrası meydana gelmiş olan değişimlerin süreçle ilişkilendirilmesidir. Deney raporlarında belirtilenler bu ilişkilendirme için kullanılmıştır.

2.4. Verilerin Analiz Yöntemi

Araştırmada üç çeşit veri kaynağı bulunmaktadır. Bunların her biri için kullanılan analiz yöntemleri farklılıklar içermektedir.

Araştırmada ön test ve son test olarak kullanılan çoktan seçmeli testlerde, betimleyici analizler ve tanılayıcı, yordamsal olmayan karşılaştırmalar yapılmıştır. Çünkü burada amaç örneklemi evrene genellemek değil, analitik genelleme yapmaktır. Bu yüzden ön test ve son testte her bir öğrencinin verdiği yanıtlar tek tek ele alınmış ve karşılaştırılmıştır.

Yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen verilerde, nitel tekniklerden betimsel analiz yardımıyla karşılaştırma yoluna gidilmiştir. Bu nedenle görüşmeler ses kaydına alınmış, ses kayıtları araştırmacılar tarafından dinlenmiş, özetlenmiş ve yorumlanmıştır.

Deney raporlarından elde edilen veriler, doküman analizi yöntemiyle betimsel olarak analiz edilmiştir. Katılımcılardan alınan deney raporları tek tek incelenmiş, deney süreçlerinde kavramlara ilişkin yapılan etkinlikler belirlenmiştir.

3. BULGULAR

Bu kısımda, araştırmada ölçme araçları yardımıyla toplanan verilerden elde edilen bulgulardan söz edilmiştir.

3.1. Ön Test ve Son Test Verilerinin Analizi

Araştırmada elde edilen nicel veriler, DTT ve DGT'den elde edilmiştir. DTT 31 adet, DGT ise 20 adet maddeden oluşmaktadır. Her sorunun yalnızca bir doğru yanıtı 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 DTT'den en çok 31, DGT'den ise 20 puan alabilmektedir.

Söz konusu testler, etkinlik öncesi ön test ve etkinlik sonrası son test olmak üzere ikişer kez uygulanmıştır. Her bir uygulama altı katılımcının tümü ile gerçekleştirilmiştir. Ön test ve son test için tanımlayıcı ve betimleyici 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 analizler, örneklemin evrene genellenmesi amacıyla yapılmaktadır. Ancak bu çalışmanın böyle bir amacı olmadığından ön test ve son test verileri için yordamsal analizler yapılmamıştır. Onun yerine ön test ve son test verileri betimsel olarak karşılaştırılmıştır.

3.1.1. DTT'den Elde Edilen Verilerin Analizi

Bu kısımda DTT'den elde edilen veriler, aynı laboratuvar yaklaşımını uygulayan öğrenciler için birlikte ve ayrı ayrı incelenmiştir. Bu inceleme, bireysel ve grup olarak sonuçların karşılaştırılması biçiminde olmuştur.

Her bir katılımcı için ön test ve son test puanları karşılaştırılmıştır. Ön testten aldıkları puanlar ve son testten aldıkları puanlar, Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 111. Katılımcıların DTT'den aldıkları ön test ve son test puanları

Laboratuvar Yaklaşımı	Katılımcı	Ön Test		Son Test	
		Ön Test Puanı	Grup Ortalaması	Son Test Puanı	Grup Ortalaması
LY1	K1	13,00	12,50	10,00	12,50
	K2	12,00		15,00	
LY2	K3	16,00	13,00	10,00	12,5
	K4	10,00		15,00	
LY3	K5	11,00	10,50	13,00	13,00
	K6	10,00		13,00	
Genel Ortalamalar		12,00		12,67	

Tablo 11'e bakıldığında, yaklaşımlardan LY1 ve LY2 ile deneylerini yapmış olan iki katılımcıdan birinin puanında artış gözlemlenirken, diğerinde azalma gözlemlenmiştir. Ancak LY3 ile deneylerini yapan katılımcıların ikisinde de artış görülmüştür. Dolayısıyla düşüş gözlenen yalnızca iki katılımcı vardır. Katılımcıların geri kalan dördünde artış gerçekleşmiştir.

Her bir yaklaşım ve her bir katılımcı için ayrı ayrı yanıtlarını incelemek ve bu yanıtların hangi kavramlarla ilişkili olduğunu görmek yararlı olacaktır. Bu aşamada, daha derinlemesine veri elde edilmesi için seçilen, her bir katılımcıya ilişkin ön test ve son test verileri soru temelinde kavramsal olarak incelenmiştir. Katılımcıların ön testteki sorulara verdiği yanıtlardan, son testte farklı olarak yanıtladıkları incelenmiştir. Bu farklı olanların analizinden elde edilen bulgular daha sonra Ekin ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşme verilerinden elde edilen bulgularla birlikte değerlendirilmek üzere kullanılmıştır.

3.1.1.1. LY1 ile Deney Yapan Katılımcıların DTT'de Elde Edilen Verileri

LY1 ile deney yapan katılıcıların (K1 ve K2) ön test ve son test verileri incelendiğinde; birinin 18 soruya, diğerinin ise 12 soruya farklı yanıt verdiği görülmüştür. Bu sorulara verilen yanıtlar ve soruların kavramlara göre dağılımı Tablo 12'de görülmektedir.

Tablo12. LY1 ile deney yapan katılımcıların DTT'de yanıtını değiştirdiği sorular ve kavramlara göre dağılımı

Soru	Doğru Yanıt	Kavramlar	Ön Test Yanıtı		Son Test Yanıtı		Değişim	
			K1	K2	K1	K2	K1	K2
1	C	Frekans ve dalga boyu	B	C	C	C	Olumlu	Yok
2	C	Frekans ve dalga boyu, yayılma hızı	A	A	A	A	Yok	Yok
3	C	Faz hızı, genlik ve enerji	C	B	C	C	Yok	Olumlu
4	C	Dalganın yapısı	B	C	A	C	Nötr	Yok
5	C	Ortam, yayılma hızı	A	A	A	A	Yok	Yok
6	D	Genlik ve enerji	D	A	B	D	Olumsuz	Olumlu
7	B	Faz hızı	A	A	A	B	Yok	Olumlu
8	C	Frekans ve dalga boyu, ortam	A	A	A	A	Yok	Yok
9	A	Ortam, yayılma hızı	A	C	A	A	Yok	Olumlu
10	D	Dalganın yapısı	D	D	Boş	D	Olumsuz	Yok
11	A	İğ ve kararlı dalga	B	Boş	A	A	Olumlu	Olumlu
12	B	Frekans ve dalga boyu	B	B	B	B	Yok	Yok
13	A	Dalganın yapısı	C	C	C	C	Yok	Yok
14	B	Ortam, yayılma hızı	A	D	D	C	Nötr	Nötr
15	D	Üst üste binme	D	Boş	C	D	Olumsuz	Olumlu
16	D	Frekans ve dalga boyu, ipi geren kuvvet, genlik ve enerji	E	B	C	C	Nötr	Nötr
17	B	Frekans ve dalga boyu, ipi geren kuvvet, uzunluk	B	A	B	E	Yok	Nötr
18	C	Frekans ve dalga boyu, ortam	D	A	A	A	Nötr	Yok
19	A	Ortam, yayılma hızı	A	D	A	D	Yok	Yok
20	C	Ortam, yayılma hızı	C	B	B	B	Olumsuz	Yok
21	B	Frekans ve dalga boyu, ortam	D	B	Boş	D	Nötr	Olumsuz
22	D	Frekans ve dalga boyu, yayılma hızı	D	D	B	A	Olumsuz	Olumsuz
23	C	Frekans ve dalga boyu, yayılma hızı	E	C	E	C	Yok	Yok
24	B	Yansıma	B	B	Boş	B	Olumsuz	Yok
25	A	Ortam	D	A	A	B	Olumlu	Olumsuz
26	G	Yansıma	G	G	G	G	Yok	Yok
27	A	Yansıma	A	A	E	A	Olumsuz	Yok
28	E	Genlik ve enerji	C	A	C	A	Yok	Yok
29	D	Faz farkı	A	A	E	A	Nötr	Yok
30	C	Ortam	D	D	C	D	Olumlu	Yok
31	B	Kırılma	D	B	Boş	B	Nötr	Yok

Tablo 12'de söz konusu değişimler, "Olumlu", "Olumsuz" ve "Nötr" olmak üzere üçe ayrılmıştır. Söz konusu değişimlerden olumlu olanları, ön testte yanlış yanıtlanan veya yanıtlanmayan ancak son testte doğru yanıtlanan test maddelerini; olumsuz değişimler, ön testte doğru yanıtlandığı halde son testte yanıtlanmayan veya yanlış yanıtlananları göstermektedir. Nötr değişimler ise ön testte de son testte de yanıtlanmayan veya yanlış yanıtlanan test maddelerini göstermektedir.

K1 için Tablo 12'de gösterilen değişimlerin dördü olumlu, yedisi olumsuz ve yedisi de nötrdür. K2 için ise, altısı olumlu, üçü olumsuz ve üçü nötrdür. Kavramlara göre bu değişimlerin dağılımı Tablo 13'te görülmektedir.

Tablo 13. LY1 ile deney yapan katılımcıların DTT'de yanıtını değiştirdiği soruların değişimler ve kavramlara göre dağılımı

Konu	**Kavramlar**	**Değişimler**		
		Olumlu	**Nötr**	**Olumsuz**
Genel	Frekans ve Dalga Boyu	-	-	-
	Dalganın Yapısı	-	1	1
İp/Yay Dalgaları	Frekans ve Dalga Boyu	1	5	-
	İpi geren kuvvet	-	4	-
	Ortam yoğunluğu	2	3	1
	İğ ve kararlı dalga	2	-	-
	Yayılma Hızı	1	2	-
	Faz Hızı	2	-	-
	Faz Farkı	-	1	-
	Genlik ve Enerji	2	2	1
	Uzunluk	-	2	-
	Üst üste binme	1	-	1
Su Dalgaları	Frekans ve Dalga Boyu	-	1	3
	Ortam	1	1	2
	Yayılma Hızı	1	-	3
	Yansıma	-	-	2
	Kırılma	-	1	-

Tablo 13'te görüldüğü gibi, testin ölçmeyi amaçladığı tüm kavramlarda olumlu, olumsuz veya nötr olmak üzere değişim gerçekleşmiştir. Dalgalarla ilgili genel kavramlarda, "dalganın yapısı" ile ilgili olarak birer tane olumsuz ve nötr değişim gözlenmektedir. "Frekans ve dalga boyu" kavramları su dalgaları söz konusu olduğunda genellikle olumsuz, ip/yay dalgaları söz konusu olduğunda ise genellikle nötr değişim göstermiştir. Bu kavramlarda yalnızca bir olumlu değişim gözlenmiştir. İp/yay dalgalarına ait olan "ipi geren kuvvet" kavramı, nötr değişim gözlenen kavramlardandır. Yani katılımcılar genelde hem ön testte hem de son testte ilgili sorulara yanlış yanıt vermişlerdir. "Ortam" veya "ortam yoğunluğu" biçiminde ifade edilen kavram, hem ip/yay hem de su dalgalarında çeşitli değişimler görülen bir kavramdır. Hem olumlu, hem olumsuz hem de nötr değişim görülmüştür. Bir değişim türü daha ağırlıkta değildir. "İğ ve kararlı dalga" kavramlarında yalnızca olumlu değişim görülmektedir. Bu durum, bu kavramın etkinlikler sonunda daha iyi kavrandığı anlamına gelebilir. "Yayılma hızı" kavramı ip/yay dalgalarında olumlu ve nötr değişim gösterirken, su dalgalarında çoğunlukla olumsuz ve bir de olumlu değişim göstermiştir. "Faz hızı" kavramlarında yalnızca olumlu değişim görülmektedir. Bu durum, bu

kavramın etkinlikler sonunda daha iyi kavrandığı anlamına gelebilir. Ancak "faz farkı" kavramında yalnızca bir nötr değişim gözlemlenmiştir. "Genlik ve enerji" kavramlarında üç tür değişim de gözlemlenmiştir. Bu değişimler birbirine yakındır. Olumlu ve nötr değişim, olumsuz değişime karşı bir miktar daha fazladır. "Uzunluk" kavramı, ip/yay dalgalarında görülmektedir. Bu kavramdaki değişimlerin tümünün nötr olması dikkat çekicidir. "Üst üste binme" kavramı ile ilgili değişimler olumlu ve olumsuz olarak eşit miktardadır. "Yansıma" ile ilgili tüm kavramlar su dalgaları ile ilgili sorularda olup, değişimlerin tamamı olumsuz niteliktedir. "Kırılma" ile ilgili tüm kavramlar su dalgaları ile ilgili sorularda olup, değişimlerin tamamı nötr niteliktedir.

3.1.1.2. LY2 ile Deney Yapan Katılımcıların DTT'de Elde Edilen Verileri

LY2 ile deney yapan katılıcıların (K3 ve K4) ön test ve son test verileri incelendiğinde; birinin 17 soruya, diğerinin ise 13 soruya farklı yanıt verdiği görülmüştür. Bu sorulara verilen yanıtlar ve soruların kavramlara göre dağılımı Tablo 14'te görülmektedir.

Tablo14. LY2 ile deney yapan katılımcıların DTT'de yanıtını değiştirdiği sorular ve kavramlara göre dağılımı

Soru	Doğru Yanıt	Kavramlar	Ön Test Yanıtı		Son Test Yanıtı		Değişim	
			K3	K4	K3	K4	K3	K4
1	C	Frekans ve dalga boyu	B	C	C	C	Olumlu	Yok
2	C	Frekans ve dalga boyu, yayılma hızı	C	A	A	B	Olumsuz	Nötr
3	C	Faz hızı, genlik ve enerji	C	A	A	A	Olumsuz	Yok
4	C	Dalganın yapısı	A	A	A	A	Yok	Yok
5	C	Ortam, yayılma hızı	A	A	A	C	Yok	Olumlu
6	D	Genlik ve enerji	B	C	C	A	Nötr	Nötr
7	B	Faz hızı	A	B	C	B	Nötr	Yok
8	C	Frekans ve dalga boyu, ortam	B	A	B	B	Yok	Nötr
9	A	Ortam, yayılma hızı	B	A	A	A	Olumlu	Yok
10	D	Dalganın yapısı	D	D	D	D	Yok	Yok
11	A	İğ ve kararlı dalga	C	C	C	C	Yok	Yok
12	B	Frekans ve dalga boyu	B	B	B	B	Yok	Yok
13	A	Dalganın yapısı	C	B	C	A	Yok	Olumlu
14	B	Ortam, yayılma hızı	B	D	A	D	Olumsuz	Yok
15	D	Üst üste binme	D	D	Boş	D	Olumsuz	Yok
16	D	Frekans ve dalga boyu, ipi geren kuvvet, genlik ve enerji	C	C	D	B	Olumlu	Nötr
17	B	Frekans ve dalga boyu, ipi geren kuvvet, uzunluk	B	B	B	B	Yok	Yok
18	C	Frekans ve dalga boyu, ortam	C	B	C	D	Yok	Nötr
19	A	Ortam, yayılma hızı	A	A	A	A	Yok	Yok
20	C	Ortam, yayılma hızı	B	C	B	C	Yok	Yok
21	B	Frekans ve dalga boyu, ortam	B	D	D	E	Olumsuz	Nötr
22	D	Frekans ve dalga boyu, yayılma hızı	D	B	B	D	Olumsuz	Olumlu

23	C	Frekans ve dalga boyu, yayılma hızı	C	E	E	C	Olumsuz	Olumlu
24	B	Yansıma	A	A	Boş	B	Nötr	Olumlu
25	A	Ortam	C	C	A	D	Olumlu	Nötr
26	G	Yansıma	G	G	B	G	Olumsuz	Yok
27	A	Yansıma	B	B	B	B	Yok	Yok
28	E	Genlik ve enerji	E	C	B	C	Olumsuz	Yok
29	D	Faz farkı	D	E	D	F	Yok	Nötr
30	C	Ortam	C	D	D	D	Olumsuz	Yok
31	B	Kırılma	D	D	D	D	Yok	Yok

K3 için Tablo 14'te gösterilen değişimlerin dördü olumlu, 10'u olumsuz ve üçü de nötrdür. K4 için ise, beşi olumlu ve sekizi nötrdür. K4 için hiç olumsuz değişim gözlemlenmemiştir. Kavramlara göre bu değişimlerin dağılımı Tablo 15'te görülmektedir.

Tablo 15. LY2 ile deney yapan katılımcıların DTT'de yanıtını değiştirdiği soruların değişimler ve kavramlara göre dağılımı

Konu	**Kavramlar**	**Değişimler**		
		Olumlu	**Nötr**	**Olumsuz**
Genel	Frekans ve Dalga Boyu	-	-	-
	Dalganın Yapısı	1	-	-
İp/Yay Dalgaları	Frekans ve Dalga Boyu	2	4	1
	İpi geren kuvvet	1	-	-
	Ortam yoğunluğu	3	3	1
	İğ ve kararlı dalga	-	-	-
	Yayılma Hızı	2	1	2
	Faz Hızı	-	2	1
	Faz Farkı	-	-	-
	Genlik ve Enerji	1	2	2
	Uzunluk	-	-	-
	Üst üste binme	-	-	1
Su Dalgaları	Frekans ve Dalga Boyu	2	1	3
	Ortam	-	1	2
	Yayılma Hızı	2	-	2
	Yansıma	1	1	1
	Kırılma	-	-	-

Tablo 15'te görüldüğü gibi, testin ölçmeyi amaçladığı kavramlardan "iğ ve kararlı dalga", "faz farkı", "uzunluk" ve "kırılma" kavramlarında herhangi bir değişim gözlemlenmemiştir. Diğer kavramlarda ise olumlu, olumsuz veya nötr olmak üzere çeşitli değişimler gerçekleşmiştir. Dalgalarla ilgili genel kavramlarda, "dalganın yapısı" ile ilgili olarak bir tane olumlu değişim gözlenmektedir. "Frekans ve dalga boyu" kavramları su dalgaları söz konusu olduğunda tüm değişimler birbirine yakın miktarlarda görülmekle birlikte, ip/yay dalgaları söz konusu olduğunda ise genellikle nötr değişim öne çıkmıştır. İp/yay dalgalarına ait olan "ipi geren kuvvet" kavramı, bir adet olumlu değişim gözlenen

kavramdır. “Ortam” veya “ortam yoğunluğu” biçiminde ifade edilen kavram, hem ip/yay hem de su dalgalarında çeşitli değişimler görülen bir kavramdır. Hem olumlu, hem olumsuz hem de nötr değişim görülmüştür. Bir değişim türü daha ağırlıkta değildir. “Yayılma hızı” kavramı olumlu ve olumsuz değişimlerin eşit derecede görüldüğü bir kavramdır. Nötr değişim de vardır ama daha azdır. “Faz hızı” kavramlarında olumsuz ve nötr değişim görülmekte, olumlu değişim görülmemektedir. “Genlik ve enerji” kavramlarında üç tür değişim de gözlemlenmiştir. Bu değişimler birbirine yakındır. Ancak olumsuz ve nötr değişim, olumlu değişime karşı bir miktar daha fazladır. “Üst üste binme” kavramı ile ilgili bir adet olumsuz değişim gerçekleşmiştir. Başka herhangi bir değişim görülmemiştir. “Yansıma” ile ilgili tüm kavramlar su dalgaları ile ilgili sorularda olup, değişimlerin üç türde de eşit olduğu görülmektedir.

3.1.1.3. LY3 ile Deney Yapan Katılımcıların DTT’de Elde Edilen Verileri

LY3 ile deney yapan katılıcıların (K5 ve K6) ön test ve son test verileri incelendiğinde; birinin 14 soruya, diğerinin ise 20 soruya farklı yanıt verdiği görülmüştür. Bu sorulara verilen yanıtlar ve soruların kavramlara göre dağılımı Tablo 16’da görülmektedir.

Tablo16. LY3 ile deney yapan katılımcıların DTT’de yanıtını değiştirdiği sorular ve kavramlara göre dağılımı

Soru	**Doğru Yanıt**	**Kavramlar**	**Ön Test Yanıtı**		**Son Test Yanıtı**		**Değişim**	
			K5	**K6**	**K5**	**K6**	**K5**	**K6**
1	C	Frekans ve dalga boyu	C	B	C	C	Yok	Olumlu
2	C	Frekans ve dalga boyu, yayılma hızı	A	B	B	D	Nötr	Nötr
3	C	Faz hızı, genlik ve enerji	C	C	B	B	Olumsuz	Olumsuz
4	C	Dalganın yapısı	A	B	A	A	Yok	Nötr
5	C	Ortam, yayılma hızı	B	C	C	C	Olumlu	Yok
6	D	Genlik ve enerji	C	A	D	A	Olumlu	Yok
7	B	Faz hızı	A	B	A	C	Yok	Olumsuz
8	C	Frekans ve dalga boyu, ortam	A	A	A	C	Yok	Olumlu
9	A	Ortam, yayılma hızı	A	A	A	A	Yok	Yok
10	D	Dalganın yapısı	D	D	D	A	Yok	Olumsuz
11	A	İğ ve kararlı dalga	A	A	A	C	Yok	Olumsuz
12	B	Frekans ve dalga boyu	B	B	B	B	Yok	Yok
13	A	Dalganın yapısı	C	D	C	B	Yok	Nötr
14	B	Ortam, yayılma hızı	A	B	D	A	Nötr	Olumsuz
15	D	Üst üste binme	D	D	D	D	Yok	Yok
16	D	Frekans ve dalga boyu, ipi geren kuvvet, genlik ve enerji	D	C	A	E	Olumsuz	Nötr
17	B	Frekans ve dalga boyu, ipi geren kuvvet, uzunluk	E	B	E	E	Yok	Olumsuz
18	C	Frekans ve dalga boyu, ortam	D	B	C	A	Olumlu	Nötr

19	A	Ortam, yayılma hızı	D	A	A	A	Olumlu	Yok
20	C	Ortam, yayılma hızı	B	B	A	C	Nötr	Olumlu
21	B	Frekans ve dalga boyu, ortam	C	C	B	B	Olumlu	Olumlu
22	D	Frekans ve dalga boyu, yayılma hızı	E	B	B	C	Nötr	Nötr
23	C	Frekans ve dalga boyu, yayılma hızı	D	E	E	E	Nötr	Yok
24	B	Yansıma	A	A	A	C	Yok	Nötr
25	A	Ortam	C	D	C	D	Yok	Yok
26	G	Yansıma	G	E	G	G	Yok	Olumlu
27	A	Yansıma	B	F	B	A	Yok	Olumlu
28	E	Genlik ve enerji	A	C	C	E	Nötr	Olumlu
29	D	Faz farkı	A	A	A	A	Yok	Yok
30	C	Ortam	C	D	C	D	Yok	Yok
31	B	Kırılma	B	D	D	B	Olumsuz	Olumlu

K5 için Tablo 16'da gösterilen değişimlerin beşi olumlu, üçü olumsuz ve altısı da nötrdür. K6 için ise, yedisi olumlu, altısı olumsuz ve yedisi nötrdür. Kavramlara göre bu değişimlerin dağılımı Tablo 17'de görülmektedir.

Tablo 17. LY3 ile deney yapan katılımcıların DTT'de yanıtını değiştirdiği soruların değişimler ve kavramlara göre dağılımı

Konu	**Kavramlar**	**Değişim**		
		Olumlu	**Nötr**	**Olumsuz**
Genel	Frekans ve Dalga Boyu	-	-	-
	Dalganın Yapısı	-	2	1
İp/Yay Dalgaları	Frekans ve Dalga Boyu	3	3	3
	İpi geren kuvvet	-	1	2
	Ortam yoğunluğu	4	1	2
	İğ ve kararlı dalga	-	-	1
	Yayılma Hızı	2	3	1
	Faz Hızı	-	-	3
	Faz Farkı	-	-	-
	Genlik ve Enerji	1	2	3
	Uzunluk	-	-	1
	Üst üste binme	-	-	-
Su Dalgaları	Frekans ve Dalga Boyu	2	3	-
	Ortam	3	1	-
	Yayılma Hızı	1	4	-
	Yansıma	2	1	-
	Kırılma	1	-	1

Tablo 17'de görüldüğü gibi, testin ölçmeyi amaçladığı kavramlardan "faz farkı" ve "üst üste binme" kavramları dışındaki tüm kavramlarda olumlu, olumsuz veya nötr olmak üzere farklı değişimler gerçekleşmiştir. Dalgalarla ilgili genel kavramlarda, "dalganın yapısı" ile ilgili olarak olumsuz ve nötr değişimler gözlenmektedir. Olumlu değişim görülmemiştir. "Frekans ve dalga boyu" kavramları su dalgaları söz konusu olduğunda genellikle olumlu veya nötr değişim görülürken, ip/yay dalgaları söz konusu olduğunda üç tür değişimi de eşit

miktarda göstermiştir. Su dalgaları söz konusu olduğunda olumsuz değişim görülmemektedir. İp/yay dalgalarına ait olan "ipi geren kuvvet" kavramı, olumsuz ve bir miktar da nötr değişim gözlenen kavramlardandır. "Ortam" veya "ortam yoğunluğu" biçiminde ifade edilen kavram, hem ip/yay hem de su dalgalarında genelde olumlu değişimler görülen bir kavramdır. Ancak ip/yay dalgalarında olumsuz değişimler görülürken, su dalgalarında görülmemektedir. "İğ ve kararlı dalga" kavramlarında yalnızca olumsuz değişim görülmektedir. "Yayılma hızı" kavramı genelde nötr değişim gösteren bir miktar da olumlu değişim gösteren bir kavramdır. Ancak yine su dalgalarında olumsuz değişim görülmemekte, ancak ip/yay dalgalarında görülmektedir. "Faz hızı" kavramlarında yalnızca olumsuz değişim görülmektedir. "Genlik ve enerji" kavramlarında üç tür değişim de gözlemlenmiştir. Bu değişimler birbirine yakındır. Ancak olumsuz değişim daha fazladır. Daha sonra nötr daha fazladır, en az ise olumlu değişim olmuştur. "Uzunluk" kavramı, ip/yay dalgalarında görülmektedir. Bu kavramdaki değişimlerin tümünün olumsuz olması dikkat çekicidir. "Yansıma" ile ilgili tüm kavramlar su dalgaları ile ilgili sorularda olup, değişimlerin olumlu ağırlıkta olmakla birlikte nötr değişimi de içermesi, ancak hiç olumsuz değişim görülmemesi dikkat çekicidir. "Kırılma" ile ilgili tüm kavramlar su dalgaları ile ilgili sorularda olup, hem olumlu hem de olumsuz değişimden birer adet görülmüştür.

3.1.2. DGT'den Elde Edilen Verilerin Analizi

Bu kısımda DGT'den elde edilen veriler, aynı laboratuvar yaklaşımını uygulayan öğrenciler için birlikte ve ayrı ayrı incelenmiştir. Bu inceleme, bireysel ve grup olarak sonuçların karşılaştırılması biçiminde olmuştur.

Her bir katılımcı için ön test ve son test puanları karşılaştırılmıştır. Ön testten aldıkları puanlar ve son testten aldıkları puanlar, Tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 182. Katılımcıların DGT'den aldıkları ön test ve son test puanları

Laboratuvar Yaklaşımı	Katılımcı	Ön Test		Son Test	
		Ön Test Puanı	Grup Ortalaması	Son Test Puanı	Grup Ortalaması
LY1	K1	15,00	14,00	15,00	17,00
	K2	13,00		19,00	
LY2	K3	13,00	12,00	9,00	12,00
	K4	11,00		15,00	
LY3	K5	6,00	9,50	12,00	14,00
	K6	13,00		16,00	
Genel Ortalamalar					

Tablo 18'e bakıldığında, yaklaşımlardan LY1 ve LY2 ile deneylerini yapmış olan birer katılımcı dışında tüm katılımcıların puanlarında artış gözlemlenmiştir. LY1 ile deneylerini yapmış olan katılımcının puanı değişmezken, LY2 ile deney yapmış olan katılımcının puanı azalmıştır.

3.1.2.1. LY1 ile Deney Yapan Katılımcıların DGT'de Elde Edilen Verileri

LY1 ile deney yapan katılıcıların (K1 ve K2) ön test ve son test verileri incelendiğinde; birinin dört soruya, diğerinin ise altı soruya farklı yanıt verdiği görülmüştür. Bu sorulara verilen yanıtlar ve soruların kavramlara göre dağılımı Tablo 19'da görülmektedir.

Tablo 19. LY1 ile deney yapan katılımcıların DGT'de yanıtını değiştirdiği sorular ve kavramlara göre dağılımı

Soru	Doğru Yanıt	Kavramlar	Ön Test Yanıtı		Son Test Yanıtı		Değişim	
			K1	K2	K1	K2	K1	K2
1	F	Girişim	B	A	B	F	Yok	Olumlu
2	A	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim, faz farkı	A	A	A	A	Yok	Yok
3	C	Faz farkı	D	D	D	C	Yok	Olumlu
4	E	Faz farkı	B	C	E	E	Olumlu	Olumlu
5	D	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim	D	D	D	D	Yok	Yok
6	C	Frekans	C	C	C	C	Yok	Yok
7	A	Faz farkı	A	A	A	A	Yok	Yok
8	C	Kaynaklar arası uzaklık	C	F	C	C	Yok	Olumlu
9	D	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim	D	B	D	D	Yok	Olumlu
10	A	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim	A	A	A	A	Yok	Yok
11	A	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim	A	A	A	A	Yok	Yok
12	B	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim	B	B	B	B	Yok	Yok
13	D	Yol farkı	D	A	Boş	D	Olumsuz	Olumlu
14	D	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim	D	D	C	D	Olumsuz	Yok
15	A	Girişim	A	A	A	A	Yok	Yok
16	B	Faz farkı	D	B	B	B	Olumlu	Yok
17	D	Girişim	B	D	B	D	Yok	Yok
18	C	Uzaklık	C	C	C	C	Yok	Yok
19	A	Uzaklık	A	C	A	C	Yok	Yok
20	C	Faz farkı	C	C	C	C	Yok	Yok

K1 için Tablo 19'da gösterilen değişimlerin ikisi olumlu, ikisi olumsuzdur. K2 için ise, altısı yani tamamı olumludur. K1'de hiç nötr değişim; K2'de ise hiç olumsuz veya nötr değişim gözlemlenmemiştir. Kavramlara göre bu değişimlerin dağılımı Tablo 20'de görülmektedir.

Tablo 20. LY1 ile deney yapan katılımcıların DGT'de yanıtını değiştirdiği soruların değişimler ve kavramlara göre dağılımı

Konu	Kavramlar	Değişimler		
		Olumlu	Nötr	Olumsuz
Genel	Girişimin Yapısı	1	-	-
	Faz Farkı	3	-	-
	Yol Farkı	1	-	1
	Yapıcı-Yıkıcı Girişim	-	-	-
Suda Girişim	Frekans	-	-	-
	Faz Farkı	-	-	-
	Kaynaklar Arası Uzaklık	1	-	-
	Yapıcı-Yıkıcı Girişim	1	-	1
Işıkta Girişim	Girişimin Yapısı	-	-	-
	Faz Farkı	1	-	-
	Perdenin Yarıklara Uzaklığı	-	-	-
	Kaynağın Yarıklara Uzaklığı	-	-	-

Tablo 20'de görüldüğü gibi, testin ölçmeyi amaçladığı "frekans", "perdenin yarıklara uzaklığı" ve "kaynağın yarıklara uzaklığı" kavramları hariç tüm kavramlarda olumlu veya olumsuz değişim gerçekleşmiştir. Nötr değişim gözlemlenmemiştir. "Girişimin yapısı" ile ilgili bir olumlu değişim görülmektedir. Nötr veya olumsuz değişim oluşamamıştır. "Faz farkı" ile ilgili tüm değişimler olumlu değişimlerdir. Söz konusu suda girişim olduğunda herhangi bir değişim gözlemlenmemiştir. "Yol farkı" kavramında birer adet olumlu ve olumsuz değişim gözlemlenmiştir. Suda girişim konusunda "yapıcı ve yıkıcı girişim" ile ilgili birer adet olumlu ve olumsuz değişim gözlemlenmiştir. "Kaynaklar arası uzaklık" kavramında suda girişimde bir adet olumlu değişim vardır.

3.1.2.2. LY2 ile Deney Yapan Katılımcıların DGT'de Elde Edilen Verileri

LY2 ile deney yapan katılıcıların (K3 ve K4) ön test ve son test verileri incelendiğinde; birinin 10 soruya, diğerinin ise 12 soruya farklı yanıt verdiği görülmüştür. Bu sorulara verilen yanıtlar ve soruların kavramlara göre dağılımı Tablo 21'te görülmektedir.

Tablo 21. LY2 ile deney yapan katılımcıların DGT'de yanıtını değiştirdiği sorular ve kavramlara göre dağılımı

Soru	Doğru Yanıt	Kavramlar	Ön Test Yanıtı		Son Test Yanıtı		Değişim	
			K3	K4	K3	K4	K3	K4
1	F	Girişim	E	F	F	D	Olumlu	Olumsuz
2	A	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim, faz farkı	A	A	A	A	Yok	Yok
3	C	Faz farkı	C	C	D	D	Olumsuz	Olumsuz

4	E	Faz farkı	E	A	E	C	Yok	Nötr
5	D	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim	D	D	D	D	Yok	Yok
6	C	Frekans	C	D	A	C	Olumsuz	Olumlu
7	A	Faz farkı	B	B	B	A	Yok	Olumlu
8	C	Kaynaklar arası uzaklık	C	A	B	C	Olumsuz	Olumlu
9	D	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim	A	A	A	D	Yok	Olumlu
10	A	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim	A	A	A	A	Yok	Yok
11	A	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim	A	A	B	A	Olumsuz	Yok
12	B	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim	B	B	C	B	Olumsuz	Yok
13	D	Yol farkı	B	B	B	C	Yok	Nötr
14	D	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim	A	C	C	D	Nötr	Olumlu
15	A	Girişim	A	A	A	A	Yok	Yok
16	B	Faz farkı	D	D	B	B	Olumlu	Olumlu
17	D	Girişim	F	D	B	D	Nötr	Yok
18	C	Uzaklık	C	C	A	B	Olumsuz	Olumsuz
19	A	Uzaklık	A	C	A	A	Yok	Olumlu
20	C	Faz farkı	C	C	C	C	Yok	Yok

K3 için Tablo 21'de gösterilen değişimlerin ikisi olumlu, altısı olumsuz ve ikisi de nötrdür. K4 için ise, yedisi olumlu, üçü olumsuz ve biri nötrdür. Kavramlara göre bu değişimlerin dağılımı Tablo 15'te görülmektedir.

Tablo 22. LY2 ile deney yapan katılımcıların DGT'de yanıtını değiştirdiği soruların değişimler ve kavramlara göre dağılımı

Konu	**Kavramlar**	**Değişimler**		
		Olumlu	**Nötr**	**Olumsuz**
Genel	Girişimin Yapısı	1	-	1
	Faz Farkı	-	1	2
	Yol Farkı	-	1	-
	Yapıcı-Yıkıcı Girişim	-	-	-
Suda Girişim	Frekans	1	-	1
	Faz Farkı	1	-	-
	Kaynaklar Arası Uzaklık	1	-	1
	Yapıcı-Yıkıcı Girişim	2	1	2
Işıkta Girişim	Girişimin Yapısı	-	1	-
	Faz Farkı	2	-	-
	Perdenin Yarıklara Uzaklığı	-	-	2
	Kaynağın Yarıklara Uzaklığı	1	-	-

Tablo 22'de görüldüğü gibi, testin ölçmeyi amaçladığı tüm kavramlarda olumlu, olumsuz veya nötr olmak üzere çeşitli değişimler gerçekleşmiştir. "Girişimin yapısı" ile ilgili birer adet olumlu, olumsuz ve nötr değişim görülmektedir. "Faz farkı" ile üç tür değişim de bulunmaktadır. Olumlu değişim bir miktar daha fazla olsa da değişimler birbirine çok yakındır. "Yol farkı" kavramında birer adet nötr değişim gözlemlenmiştir. Suda girişim konusunda "yapıcı ve yıkıcı girişim" ile ilgili her değişimden gözlemlenmiştir. Olumlu ve

olumsuz değişimler eşittir. “Frekans” kavramı ile ilgili birer adet olumlu ve olumsuz değişim gözlemlenmiştir. “Kaynaklar arası uzaklık” kavramı ile ilgili birer adet olumlu ve olumsuz değişim gözlemlenmiştir. “Perdenin yarıklara uzaklığı” ile ilgili tüm değişimler olumsuzdur. “Kaynağın yarıklara uzaklığı” ile ilgili bir adet olumlu değişim vardır.

3.1.2.3. LY3 ile Deney Yapan Katılımcıların DTT’de Elde Edilen Verileri

LY3 ile deney yapan katılıcıların (K5 ve K6) ön test ve son test verileri incelendiğinde; birinin 10 soruya, diğerinin ise dokuz soruya farklı yanıt verdiği görülmüştür. Bu sorulara verilen yanıtlar ve soruların kavramlara göre dağılımı Tablo 23’te görülmektedir.

Tablo 23. LY3 ile deney yapan katılımcıların DGT’de yanıtını değiştirdiği sorular ve kavramlara göre dağılımı

Soru	Doğru Yanıt	Kavramlar	Ön Test Yanıtı		Son Test Yanıtı		Değişim	
			K5	K6	K5	K6	K5	K6
1	F	Girişim	B	B	F	E	Olumlu	Nötr
2	A	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim, faz farkı	A	A	A	A	Yok	Yok
3	C	Faz farkı	B	D	B	C	Yok	Olumlu
4	E	Faz farkı	C	A	C	E	Yok	Olumlu
5	D	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim	E	D	D	D	Olumlu	Yok
6	C	Frekans	C	C	C	C	Yok	Yok
7	A	Faz farkı	B	A	A	A	Olumlu	Yok
8	C	Kaynaklar arası uzaklık	F	B	C	C	Olumlu	Olumlu
9	D	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim	C	D	A	D	Nötr	Yok
10	A	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim	F	A	B	A	Nötr	Yok
11	A	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim	F	A	B	A	Nötr	Yok
12	B	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim	F	B	A	B	Nötr	Yok
13	D	Yol farkı	C	D	C	B	Yok	Olumsuz
14	D	Yapıcı girişim, yıkıcı girişim	D	D	D	D	Yok	Yok
15	A	Girişim	A	B	A	A	Yok	Olumlu
16	B	Faz farkı	D	D	D	B	Yok	Olumlu
17	D	Girişim	D	G	D	A	Yok	Nötr
18	C	Uzaklık	A	C	C	A	Olumlu	Olumsuz
19	A	Uzaklık	A	A	A	A	Yok	Yok
20	C	Faz farkı	B	C	C	C	Olumlu	Yok

K5 için Tablo 23’te gösterilen değişimlerin altısı olumlu ve dördü de nötrdür. K5’in değişimlerinden hiçbiri olumsuz değildir. K6 için ise, beşi olumlu, ikisi olumsuz ve biri nötrdür. Kavramlara göre bu değişimlerin dağılımı Tablo 24’te görülmektedir.

Tablo 24. LY3 ile deney yapan katılımcıların DGT'de yanıtını değiştirdiği soruların değişimler ve kavramlara göre dağılımı

Konu	Kavramlar	Değişimler		
		Olumlu	Nötr	Olumsuz
Genel	Girişimin Yapısı	1	1	-
	Faz Farkı	2	-	
	Yol Farkı	-	-	1
	Yapıcı-Yıkıcı Girişim	1	-	-
Suda Girişim	Frekans	-	-	-
	Faz Farkı	1	-	-
	Kaynaklar Arası Uzaklık	2	-	-
	Yapıcı-Yıkıcı Girişim	-	4	-
Işıkta Girişim	Girişimin Yapısı	1	1	-
	Faz Farkı	2	-	-
	Perdenin Yarıklara Uzaklığı	1	-	1
	Kaynağın Yarıklara Uzaklığı	-	-	-

Tablo 24'te görüldüğü gibi, testin ölçmeyi amaçladığı "frekans" ve "kaynağın yarıklara uzaklığı" dışında kalan tüm kavramlarda olumlu, olumsuz veya nötr olmak üzere çeşitli değişimler gerçekleşmiştir. "Girişimin yapısı" ile ilgili birer adet olumlu ve nötr değişim görülmektedir. Olumsuz değişim yoktur. "Faz farkı" ile ilgili tüm değişimler olumludur. Olumsuz veya nötr değişim görülmemektedir. "Yol farkı" kavramında bir adet olumsuz değişim gözlemlenmiştir. Suda girişim konusunda "yapıcı ve yıkıcı girişim" ile ilgili bir adet olumlu değişim gözlenmekle birlikte, ağırlıklı olarak nötr değişim gözlemlenmiştir. "Kaynaklar arası uzaklık" kavramı ile ilgili tüm değişimler olumludur. "Perdenin yarıklara uzaklığı" ile ilgili birer adet olumlu ve olumsuz değişim vardır.

3.2. Yarı-Yapılandırılmış Görüşmelerin Analizi

Bu kısımda, dalgaların genel özellikleri ve girişim ile ilgili olarak yapılan görüşmelerin analizleri ayrı ayrı verilmiştir.

3.2.1. Dalgaların Genel Özellikleri İle İlgili Görüşme Sonuçları (birincil sorulara göre analiz edilmiştir)

K1 dalganın genel bir fiziksel tanımını yapamamıştır. Ama son durumda dalgaların girişim, frekans, periyot, dalga boyu ve genlik özelliklerine sahip olduğunu söylemiştir. K1 dalga boyunu ilk ve son durumda doğru olarak tanımlamıştır. K1'in suda oluşan dalgaların dalga boyunun nelerle ilişkili olduğunu bilmediği ve sonrasında da fark edemediği belirlenmiştir. İpte oluşan dalgalar için ise dalga boyunu ipin boyca yoğunluğu ile

ilişkilendirmiştir. K1 frekansın tanımını yapmış ve birimini belirtmiştir. K1 ilk ve son durumda su dalgasının hızının değişmesi durumunda frekansında değişeceğini ifade etmiştir. İpte oluşan dalgaların frekansının bağlı olduğu değişkenlerle ilgili kesin bir kanıya sahip olmadığı da tespit edilmiştir. K1 uygulama öncesi ve sonrasında periyodun tanımını doğru yapmıştır. K1 son durumda su dalgaları arasında faz farkı bulunması halinde farklı periyotların farklı olacağını söylemiştir. İpte oluşan dalgaların periyodunu ise her iki durumda ipin boyca yoğunluğu ile ilişkilendirmiştir. K1 genliği önce ve sonra da doğru olarak ifade edememiştir.

K2 uygulama öncesinde tanımlamadığı dalgayı sonrasında kendini tekrar eden periyodik bir hareket olarak tanımlamıştır. Dalga boyu tanımını ise her iki durumda dalganın kendini tekrarladığı iki nokta arası olarak belirtmiştir. K2 suda ve ipte oluşan dalganın dalga boyunun parametrelerini öncesinde ortamın özelliği ile ilişkilendirmeye çalışmış sonrasında ise kaynakla dalga boyu arasındaki ilişkiye dikkat çekmiştir. Dalganın frekansını ise ilk durumda genliği ile karıştırmış sonrasında doğru bir frekans tanımı yapmıştır. Suda oluşan dalgaların frekansının her durumda kaynağın frekansına bağlı olduğu söylemiştir. İpte oluşan dalgaların frekansı içinse öncesinde ipin boyca yoğunluğunun frekansı değiştireceğini vurgulamasına karşın sonrasında kaynağın frekansına vurgu yapmıştır. K2 dalganın periyodunu ancak uygulama sonrasında doğru olarak ifade edebilmiştir. Her iki durumda, ipte oluşan dalganın frekansının değiştirilmesine bağlı olarak periyodunda değişeceğini söylemiştir. Dalganın genliği ile ilgili olarak da ilk başta cevap vermemiş, sonra ise genliğini dalganın taşıdığı enerjinin bir ölçüsü olarak düşünülebileceğini belirtmiştir.

K3 dalganın fiziksel anlamını ifade edememiştir. Fakat son durumda dalgaların frekans, dalga boyu, genlik ve enerji özeliklerinin olduğunu söylemiştir. K3 ilk durumda sadece iki tepe ya da iki çukur arasındaki mesafe olarak ifade ettiği dalga boyu tanımını, sonradan birbirini tekrar eden iki nokta arasındaki mesafe şeklinde geliştirmiştir. K3 her iki durumda da su dalgasının dalga boyunun suyun yoğunluğu ve kaynağın frekansı ile bağlantılı olduğunu ifade etmiştir. İpte oluşan dalganın dalga boyu nelere bağlı olduğu ile ilgili olarak ilk durumda fikri olmaya K3, sonradan dalga boyunu ipin yoğunluğu ve ipi geren kuvvetle ilişkilendirmiştir. K3 bir dalganın frekansını ancak son durumda tanımlayabilmiştir. Bununla birlikte K3, suda ve ipte oluşan dalgaların frekansının kaynakla ilişkili olduğuna işaret etmiştir. K3 dalganın periyodunu doğru olarak tanımlayamamıştır. İlk durumda genliği ifade edemeyen K3 son durumda şekil üzerinden genliği göstermiştir.

K4 dalganın fiziksel bir tanımını yapamamıştır. Ama son durumda dalganın hız, dalga boyu ve frekans özeliklerine sahip olduğunu ifade etmiştir. Dalga boyunu tanımlarken dalganın iki tepesi veya çukuru arasındaki mesafeye odaklanmıştır. Suda oluşan dalganın boyunun ilk durumda ortamın yoğunluğuyla son durumda ise derinliğiyle değişeceğini söylemiştir. İpte oluşan dalgada ise sade son durumda ipin boyca yoğunluğu ve ipi geren kuvvetin dalga boyunu değiştireceğini ifade etmiştir. K4 her iki durumda dalanın frekansını ve birimini doğru olarak tanımlamıştır. K4 su dalgasının frekansının kaynakla ilişkili olduğunu her durumda vurgulamıştır. İpte oluşan dalga için ise son durumda ipi geren kuvvetin frekansı değiştireceğini söylemiştir. K4 dalganın periyodunu önce ve sonra doğru olarak tanımlamıştır. Periyodun frekans değişirse değişeceğini vurgulamıştır. İpte oluşan dalganın periyodunun ise öncesinde ortam ve ipin gerginliği sonrasında ise kaynağın frekansı, ipin gerginliği ve ipin boyu ile ilişkilendirmiştir. K4 genliği ilk durumda şekil üzerinden göstermesine karşın son durumda genliği tanımlayamamıştır. Hatta son durumda özellikle sudaki dairesel dalgaları kast ederek su dalgasının genliğinin olmadığını söylemiştir.

K5 uygulama öncesi ve sonrasında dalganın genel fiziksel bir tanımını yapamamış olmasına karşın son durumda dalganın genlik, dalga boyu ve hız özelliklerinin olduğunu vurgulamıştır. Dalga boyu ile ilgili olarak K5, sadece dalganın iki tepesi veya iki çukurunu referans almış bunlar arasındaki uzaklığın dalga boyunu verdiğini ifade etmiştir. Ayrıca K5 elektromanyetik dalgalar hariç diğer dalga türlerinin dalga boyundan bahsedilebileceği görüşünü terk ederek de tüm dalgaların dalga boyuna sahip olduğunu söylemiştir. Su dalgalarının dalga boyunun kaynakla ilgili bir düzenleme ile yapılabileceğini söyleyen K5, son durumda bu düzenlemenin farklı frekanslara sahip kaynaklar şeklinde olması gerektiğini vurgulamıştır. Önceden, ipte oluşan dalganın dalga boyunu sadece ipi geren kuvvetle ilişkilendiren K5, sonradan ilave olarak ipin boyca yoğunluğunun da dalga boyunu değiştirebileceğini ifade etmiştir. K5 her iki durumda dalganın frekansını ve birimini doğru olarak tanımlamış ve dalganın frekansının kaynağın frekansına bağlı olduğuna işaret etmiştir. K5in uygulamadan önce ve sonra hala dalganın periyodunu tanımlayamadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte her durumda periyodun da frekans gibi kaynakla ilişkili olduğunu söylemiştir. Ayrıca dalga boyunun frekans ile ilişkili olduğunu ifade etmiştir. K5 dalganın genliğini her iki durumda doğru şeklide çizerek ifade etmiştir.

K6 ilk durumda dalganın genel bir tanımını yapmamasına karşın son durumda kısmen dalgayı tanımlayabilmiştir. Bunun yanı sıra sonrasında dalganın girişim, frekans, dalga boyu, hız ve yayılma özelliklerinin olduğunu sıralamıştır. Uygulama öncesinde dalga boyunu sadece

dalganın tepe ve çukurlarını dikkate alarak yapmış fakat sonrasında tanımını geliştirmiştir. Her iki durumda su dalgasının dalga boyunu ortamın derinliği ile ilişkilendirmiştir. İpte oluşan dalganın dalga boyunu ise ilk durumda ipin boyca yoğunluğu, sonrasında ise ipi geren kuvvetle ilişkilendirmiştir. Dalganın frekansını öncesinde ifade edemezken sonrasında doğru olarak tanımlamıştır. Su dalgasının frekansının kaynakla değişeceğini her iki durumda söylemiştir. İpte oluşan dalganın frekansını ise öncesinde ipin boyca yoğunluğu ve boyu ile değişeceğini söylemiş fakat sonrasında ise frekansın ipin boyca yoğunluk, ipi geren kuvvet ve kaynakla bağlantılı olduğunu belirtmiştir. K6 uygulama öncesinde periyodun tanımını frekansla karıştırmış sonrasında ise kısmen düzeltmiştir. Su dalgasının periyodunun frekansı gibi kaynakla değişeceğini her iki durumda söylemiştir. İpte oluşan dalganın periyodunu ise, öncesinde ipin boyca yoğunluğu ile ilişkilendirmiş fakat sonrasında buna ipi geren kuvvet ve kaynağın özelliğini de ilave etmiştir. K6 genliği her iki durumda dalganın tepesi ile çukuru arasındaki yükseklik olarak belirtmiştir.

3.2.2. Girişim ile İlgili Görüşme Verilerinin Analizi

Burada, girişim ile ilgili yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler analiz edilmiştir.

3.2.2.1. LY1 ile Deney Yapan Katılımcıların Girişim ile İlgili Görüşme Verileri

Uygulama yapılmadan önce LY1 ile deney yapan katılımcılardan K1 girişim kavramının tanımı ve oluşma şartlarını hatırlayamadığını ifade etmiştir. Görüşme yapan araştırmacının katılımcının bilgilerini açığa çıkarmak için sorduğu ek sorular ile ışıkta meydana gelen girişimde aydınlık ve karanlık bölgeler oluşturduğunu ve ışık kaynağı, yarık ve perde bulunmasının girişim için yeterli bir şart olduğunu belirtmiştir. Suda dalgalarında meydana gelen girişim olayı hakkında ise her hangi bir bilgiye sahip olmadığını belirtmiştir. Uygulamadan sonraki mülakatta ise su dalgalarında girişim ile ilgili deneyimlerinden dolayı bilgilerinde eksik de olsa olumlu yönde bir değişim meydana gelmiştir. Ancak ışıkta meydana gelen girişim ile ilgili bilgilerinde herhangi bir değişiklik meydana gelmemiştir.

K1 kodlu öğrencinin yapıcı ve yıkıcı girişim ile ilgili görüşlerinde ise iyileşme söz konusudur. Uygulamadan önce aydınlık bölgelerdeki meydana gelen girişimi yapıcı, karanlık bölgelerdeki girişimi yıkıcı olarak nitelendirirken, uygulama sonrasında yapmış olduğu tanım düzelmiştir.

K1'in uygulamadan önce saçak genişliğinin; dalga boyu, perde ile yarık arası uzaklık ile doğru yarık genişliği ile ters orantılı olduğu yönünde bir görüşü varken, uygulama sonrasında faz farkını ve kaynaklar arası uzaklığın girişim desenini değiştireceğini söylemiştir. Dalga boyu ve frekansın etkisi sorulduğunda ise uygulama öncesi görüşmeden farklı olarak etkileri su dalgaları üzerinden açıklamıştır ve açıklamalarında olumlu yönde bir değişim söz konusudur. Su dalgalarında derinlik ile desen arasındaki ilişki hakkında ise herhangi bir bilgiye sahip değildir.

Yapıcı ve yıkıcı girişimde olduğu gibi dalga katarı ve düğüm çizgisi tanımlarında da olumlu yönde bir değişim görüşmeler sonucu tespit edilmiştir. Yol farkı kavramı K1 tarafından ilk görüşmede yarıklar ile perde üzerindeki herhangi bir aydınlık bölge arasındaki uzaklık olarak tanımlanırken, son görüşmede hiç tanım yapılmamıştır.

Kaynaklar/yarıklar arasındaki mesafenin değiştirilmesinin girişime etkileri ile ilgili K1 uygulamadan önce tutarlı bilgilere sahip değil iken, uygulamadan sonra özellikle suda meydana gelen girişimde kaynaklar arası mesafenin girişime etkisini açıklamada ilerleme kaydettiği görülmektedir.

K1'in uygulamadan önce ve sonra yaptığı saçak genişliği tanımı doğrudur ve herhangi bir değişiklik olmamıştır. Ancak saçak genişliğine etki eden faktörler ve nasıl etkiledikleri sorulduğunda verdiği yanıtlardan uygulamadan sonra daha emin olduğu ve daha doğru yanıtlar verdiği gözlemlenmiştir.

Uygulamadan önce faz farkı hakkında bir bilgiye sahip olamayan K1 kodlu öğrenci, uygulamadan sonra su dalgaları üzerinden faz farkını tanımlayabilmiştir. Ancak etkileri konusunda verdiği yanıtlarda olumlu ya da olumsuz bir değişim meydana gelmemiştir.

LY1 ile deney yapan bir diğer katılımcı uygulamadan önce girişimi görülebilen dalgaların üst üste binmesi ya da söndürmesi durumu olarak tanımlarken ve ışıkta girişim olmayabileceğini düşünürken, uygulamadan sonra girişimi dalgaların tepe-çukur, çukur-çukur vb. bölgelerinin üst üste gelmesi olarak tanımlamış ve ışıkta da girişim olacağını söylemiştir. Girişim oluşma şartları ile ilgili ise olumlu ya da olumsuz görüş değişikliği olmamıştır. Su dalgalarında iki kaynağın dalga üretmesinin yeterli olacağını iki mülakatta da belirtmiştir.

K2 kodlu öğrenci girişim desenine etki eden faktörler hakkında uygulama öncesinde emin olmadığı bazı ve eksik bilgilere sahipken, dalga boyunun etkileri hakkındaki görüşleri

değişmeden kalırken frekansın etkisi ile ilgili görüşlerinde olumlu bir değişim gözlemlenmiştir.

Düğüm çizgileri K2 kodlu öğrenci tarafından uygulamadan önce ve sonra doğru tanımlanırken, uygulamadan önce tüm girişim durumları (yapıcı, yıkıcı) olarak tanımlanan dalga katarı, uygulamadan sonra doğru olarak tanımlanmıştır. Düğüm çizgisi ve dalga katarlarının oluştukları yerleri değiştirmek için yapılabilecekler sorulduğunda K2 uygulamadan önce dalga boyu, hız ve genlik etkili olabilir şeklinde görüş bildirse de nasıl etkileyeceği konusunda bilgi sahibi olmadığı gibi, görüşlerinden emin de değildir. Uygulamadan sonra ise genliğin etkisi ile ilgili görüşünden vazgeçtiği ve frekansın etkili olabileceği görüşünü belirttiği gözlemlenmiştir. Ancak yine görüşlerinden emin değildir.

K2 kodlu öğrencinin girişimde konusundaki yol farkı tanımı uygulamadan önce ve sonra doğrudur. Bir değişim meydana gelmemiştir. Kaynaklar/yarıklar arasındaki mesafenin değiştirilmesinin girişim desenine etkisi sorulduğunda ise K2 dalga boyunun katları şeklinde meydana gelen değişikliklerin deseni değiştirmeyeceği, aradaki değerlerin ise desende değişikliğe neden olacağını her iki mülakatta da belirtmiştir. Saçak genişliği hakkında da her iki mülakatta bir görüşü olmadığını söylemiştir. Uygulamadan önce perde ile yarıklar arasındaki mesafe değiştirildiğinde ışıkta meydana gelen girişim deseninde bir değişim olmayacağını belirtmiş, ancak uygulamadan sonra emin olmamakla birlikte aydınlık ve karanlık bölgelerin genişliklerinin değişebileceğini söylemiştir.

Faz farkı ile ilgili uygulamadan önce bir tanım yapamayan ve diğer dalga özellikleri ile ilişki kuramayan K2, uygulamadan sonra ise faz farkının oluşma sebebini su üzerinden kaynakların dalga üretmeye başlama zamanları arasındaki fark olarak belirtmiş ve dalga deseninin geciken kaynağa doğru kayacağını söylemiştir. Işıkta faz farkı ile ilgili ise tutarlı bir cevap verememiştir. Suda meydana gelen girişimde faz farkı kavramı ile ilgili olumlu bir değişim söz konusu iken, ışıkta aynı durumdan söz edilemez.

3.2.2.2. LY2 ile Deney Yapan Katılımcıların Girişim ile İlgili Görüşme Verileri

K3 kodlu öğrenci uygulamadan önce hem ışık hem de su için girişimi aynı dalga boylu dalgaların birbirini güçlendirmesi ya da sönümlendirmesi ile girişim oluşur şeklinde tanımlamıştır. Işıkta girişim oluşma şartlarından biri olarak yarıklar arası uzaklığı belirtmemiştir. Uygulamadan sonra da katılımcının bu görüşleri değişmemiştir.

Yapıcı ve yıkıcı girişim her iki görüşmede de katılımcı tarafından doğru olarak tanımlanmıştır. Dalga boyunun değişmesinin yalnızca parlaklıkları değiştireceğini, dalga deseninde bir değişiklik olmayacağını belirtmiş, ancak uygulamadan sonra olumlu yönde bir değişim gerçekleşmiş ve dalga boyunun değişmesinin suda daha sık ya da seyrek girişim deseni oluşmasını sağlayacağını söylemiştir. Aynı olumlu değişim frekans-dalga deseni ilişkisi için de geçerlidir. K3 İlk görüşmede dalga leğenindeki derinlik değişiminin girişime etkisini temel bilgilerdeki eksikliği(derinlik arttıkça dalga boyu azalır)nedeniyle yanlış yorumlamıştır ve bu durum uygulamadan sonraki görüşmede de değişmemiştir.

K3 dalga katarı ve düğüm çizgisi konusunda uygulamadan önce hatırlayamadığını söylemiştir. Uygulamadan sonra yaptığı tanımlar doğrudur ve olumlu bir değişim olduğu söylenebilir. İkinci görüşmede düğüm çizgisi ve dalga katarlarının yerini etkileyen faktörleri faz farkı, frekans ve derinlik olarak belirtmiş ancak nasıl değiştireceğini belirtmemiştir.

Yol farkı tanımı yanlış olan K3 kodlu öğrencinin tanımında bir değişim olmamıştır. Katılımcı yarıklar arasındaki mesafenin değişmesinin etkilerini yorumlarken saçak genişliğini değiştireceğini, mesafe artıkça saçak genişliğinin azalacağı belirtmiştir. İkinci görüşmede ise bu görüşleri devam etmiş ayrıca sudaki durumu da açıklamaya çalışmıştır. Düğüm çizgisi sayısının kaynaklar arası mesafe arttıkça artacağını belirtmiştir.

Saçak aralığını her iki görüşmede de doğru olarak tanımlamış ve göstermiştir. Perde ile ekran arasındaki mesafe arttıkça saçakların yerlerinin ve genişliklerinin değişeceğini belirtmiş ancak mesafe arttıkça saçak genişliğinin azalacağını düşünmüştür.

Işıktaki faz farkı kaynağının geliş açılarındaki farklılık, sudakinin ise kaynakların hızları arasındaki farklılık olduğunu söyleyen K3 iki görüşünü de uygulamadan sonra olumlu yönde değiştirmiştir. Ancak faz farkının etkileri konusundaki görüşlerinde uygulama bir değişiklik yaratamamıştır.

LY2 ile deney yapan K4 kodlu öğrenci girişimi çift yarıktan ekrana düşen aydınlık ya da karanlık desenler olarak tanımlamıştır. Su dalgaları için de benzer bir tanım yapmıştır. Uygulamadan sonra ışıktaki tanım değişmemiş ancak su için olan tanım hem olumlu(sönümleme, güçlendirme) hem de olumsuz(faz farkı olan dalgalarda) değişmiştir.

Girişim şartı olarak yarıkların genişliklerinin eşit olması gerektiğini belirtmiş ayrıca gelen ışığın tek frekansa sahip olması gerektiğini söylemiştir. Uygulamadan sonra doğru olan tek frekanslı dalga görüşü değişmezken, yarık genişliğinin bir şart olmadığını söylemiştir.

Yapıcı girişimi aydınlık saçakların oluşması, yıkıcı girişimi ise karanlık saçakların oluşması olarak tanımlayan K4 uygulamadan sonraki görüşmede bu kavramları doğru tanımlamıştır.

Uygulamadan önce dalga boyu arttıkça ışıktaki saçak genişliğinin azalacağını belirtmiştir. Frekans artışının da dalganın hızını arttıracağını düşündüğü için uygun ilişkilendirmeyi yapamamıştır. Uygulamadan sonra ise frekansla ilgili görüşü değişmezken, dalga boyu-deseni ilişkisini dalga leğeninden açıklamıştır ve dalga boyu arttıkça desenin seyrekleşeceğini belirtmiştir. Ayrıca ortamın yoğunluğununda etkili olacağını söylemiştir. Uygulamadan önce derin ortamda dalga boyunun küçük olduğunu düşündüğü için derinlik-desen ilişkisini doğru olarak kuramamıştır. Uygulamadan sonra ise olumlu bir değişim gözlenmiştir.

Dalga düğümü ve dalga katarını uygulamadan önce ve sonra doğru tanımlamıştır. Düğüm çizgilerinin yerini değiştirmek için frekans ve ortamın yoğunluğu değiştirilebilir düşüncesi olan K4'ün bu düşünceleri değişmemiştir. İlk görüşmede yol farkını saçak arılığı gibi tanımlayan K4 son görüşmede farklı bir yanlış tanım yapmış ve yol farkını yarıklar arası mesafe olarak tanımlamıştır. Yarıklar arası mesafe azaltılırsa saçak sayısının azalacağını düşünen K4 uygulamadan sonra ışık hakkındaki görüşünü devam ettirirken suda kaynaklar arasındaki mesafenin arttırılmasının daha az düğüm çizgisi oluşmasına neden olacağını düşünmektedir.

Saçak aralığını doğru olarak tanımlayan K4'ün bu görüşü de değişmemiştir. Saçak genişliğini etkileyen faktörleri dalga boyu, ekran-yarıklar arası mesafe ve yarıkların arasındaki uzaklık olarak sıralamış ancak nasıl etkilediklerini açıklayamamıştır. Uygulamadan sonra yoğunluğunda saçak genişliğini değiştireceğini belirtmiştir.

K4 faz farkını su dalgaları üzerinden kaynaklardan birinin daha geç başlatılmasıyla oluşur şeklinde tanımlamıştır bu tanımı da değişmemiştir. Uygulamadan sonra girişim deseninin geciken kaynağa doğru kayacağını belirtmiş olumlu bir değişim gözlenmiştir. Işıkta ise faz farkı oluşmaz görüşü oluşura dönmüştür ancak nasıl oluşur sorusunu açıklamakta zorlanmıştır.

3.2.2.3. LY3 ile Deney Yapan Katılımcıların Girişim ile İlgili Görüşme Verileri

LY3 ile deney yapan K5 kodlu öğrenci uygulamadan önce ışıkta girişim oluşabilmesi için yarık genişliğinin(tek yarıkta) ışığın dalga boyundan küçük olması gerektiğini ve tek renkli olması gerektiğini suda ise her durumda girişim olabileceğini söylemiştir. İkinci mülakatta ise su dalgaları için faz farkının olmaması gerektiğini söylemiştir ve olumsuz bir değişim meydana gelmiştir. Işıkta girişimle ilgili görüşünde ise bir farklılık gözlenmemiştir.

Yapıcı ve yıkıcı girişimleri uygulamadan önce ve sonra doğru tanımlamıştır. Girişim desenine etki eden faktörleri de yarık-ekran arası mesafe, yarıklar arası genişlik ve dalgaboyu olarak sıralamıştır. Yarıklar arası genişliğin saçak aralığıyla ters, dalgaboyu ve yarık-ekran arası mesafenin saçak aralığı ile doğru orantılı olduğunu söylemiştir ve ışıkla ilgili görüşleri değişmemiştir.

Uygulamadan sonra ise su dalgalarında frekansın deseni sıklaştırdığını söylemiştir. Dalgaboyu artışın da düğüm çizgilerin sayısını azatlığını söylemiştir. Uygulamadan önce derinlikle desen arasında bir ilişki bulunmadığını söylemiş, uygulamadan sonra ise derinlikle desenin değişeceğini belirtmiştir ancak nasıl olacağı hakkında fikir yürütememiştir.

Uygulamadan önce iki tepeni düğüm çizgileri oluşturacağını söylemi, dalga katarını hatırlayamamıştır. Uygulamadan sonra ise bu tanımların oturduğu ve olumlu bir değişim gerçekleştiği görülmüştür. Frekansı değiştirmek düğüm çizgilerinin yerini değiştirebilir düşüncesine sahip olan K5 kodlu öğrenci, uygulamadan sonda dalgaboyu ve frekansın değiştirilmesinin düğüm çizgilerinin yerini değiştireceğini söylemektedir. Yol farkının tanımını ve etkilediği özellikleri uygulama öncesinde de sonrasında da hatırlamadığını söylemiştir.

Kaynakların/yarıkların arasındaki mesafe ışıkta saçak genişliğini, suda ise girişim deseninin seyrekleştirip, sıklaştırabilir düşüncesinde olan K5, uygulamadan sonra ışıkta desenin değiştiğini söylemiş, su ile ilgili ise önceki düşüncelerini tekrarlamıştır.

Saçak genişliği tanımını uygulamadan önce ve sonra değiştirmemiştir ve iki tanım da doğrudur. Perde-yarıklar arası mesafe artışının saçak sayısını arttırdığını söyleyen K5, uygulamadan sonra saçak genişleyeceğini söylemiştir.

Faz farkını tanımlamakta ve nasıl etkileri olduğunu açıklamakta zorlanan K5 kodlu katılımcı, uygulamadan sonra kaynaklardan birinin diğerinden önce başlamasından kaynaklandığından söylemekte ancak etkilerini söyleyememektedir.

K6 kodlu katılımcı dalgaların üst üste binmesinin girişim oluşturduğunu söylemekte, suda ve ışıkta girişim şartı olarak dalgaların dalga boylarının eşit olması gerektiğini söylemektedir. Uygulamadan sonra önceki düşüncelerine ek olarak yarık genişliğinin ekran ile yarıklar arasındaki mesafeden küçük olması gerektiğini düşünmektedir ve olumsuz bir değişim gözlenmiştir.

Yapıcı ve yıkıcı girişim tanımları uygulamadan önce ve sonra değişmemiştir ve iki tanım da doğrudur. Girişim deseninin bağlı olduğu faktörleri uygulamadan önce perde-yarıklar arası mesafe, yarıklar arası mesafe, dalga boyu olarak sıralamaktadır. Yarıklar arası mesafe arttığında saçak genişliğinin arttığını, perde-yarıklar arası mesafe arttığında ise saçak genişliğinin azalacağını düşünmektedir. Frekansın artmasının ise saçakların parlaklığının artacağını düşünmektedir. Uygulamadan sonra deseni etkileyen faktörleri yine perde-yarıklar arası mesafe, yarıklar arası mesafe, dalga boyu olarak sıralamaktadır ve açıklamalarında bir değişiklik olmamıştır. Frekansın ise saçak sayısını değiştirdiğini söylemektedir. Su dalgalarında ise derinlik arttırıldığında desenin seyrekleştiğini düşünürken, uygulamadan sonra buna ek olarak desenin parlaklığının artabileceğini söylemiştir ve olumsuz bir değişim meydana gelmiştir.

Dalga katarını tanımlarken peş peşe iki dalga arası mesafe olduğunu söylerken, düğüm çizgilerin yapıcı girişim yapan noktaların birleştirilmesi ile oluştuğunu söylemektedir. Uygulamadan sonraki görüşmede ise yaptığı iki tanım da doğrudur ve olumlu bir değişim olduğu gözlemlenmiştir. Düğüm çizgisini etkileyen faktörleri tanımı hatalı olduğu için yorumlamak doğru olmayacaktır. Uygulamadan sonra düğüm çizgisinin yerini etkileyen faktörleri ise faz farkı(geciken kaynağa doğru kayar), frekans(artarsa desen sıklaşır) sıralamıştır. Yol farkını uygulamadan önce hatırlayamazken, uygulamadan sonra saçak genişliği gibi tanımlamış ve olumsuz bir değişim gözlenmiştir.

Saçak aralığını uygulamadan önce ve sonra doğru tanımlamıştır. Saçak aralığını etkileyen faktörleri ise perde-yarıklar arası mesafe, yarıklar arası mesafe olarak sıralamış ve nasıl etkilediğinden emin olmadığını söylemiştir. Bu görüşü uygulamadan sonra saçak aralığı perde-yarıklar arası mesafe arttıkça artar olumlu değişimi haricinde aynı kalmıştır.

Faz farkını başlangıçta tanımlamakta zorlanırken uygulamadan sonra bir kaynağın diğerinden sonra başlaması ile oluşur diyerek suda tanımlamayı tercih etmiştir.

3.3. Deney Raporlarının Doküman Analizi

Araştırmaya katılan öğrenciler, dalgalar ile ilgili çeşitli deneyler yapmışlardır. Söz konusu etkinlikler sırasında kendilerine verilen deney kılavuzlarında yer alan sorulara yanıt vermiş, istenen verileri bulmuş ve boş bırakılan yerlere yazmışlardır. Katılımcılar beş farklı deney yapmışlardır. Katılımcıların yaptıkları deneylerin adları sırasıyla şöyledir:

a. D1: Dalga Leğeninde Dalgalar
b. D2: Bir İpte Yayılan Dalga
c. D3: Yayda Dalgalar
d. D4: Girişim ve Faz
e. D5: Michelson İnterferometresi ile Işığın Dalga Boyunun Ölçülmesi

Katılımcılar tarafından yapılan deneyler, yukarıda verilen sırayla yapılmıştır. Katılımcılar ikişerli gruplara ayrılmış ve her grup farklı bir laboratuvar yaklaşımı ile deneylerini gerçekleştirmişlerdir. Aynı laboratuvar yaklaşımıyla deney yapan katılımcılar, deneyleri birlikte yapmalarına karşın, ayrı ayrı deney raporu hazırlamıştır.

Katılımcıların hazırladıkları deney raporları üzerinde doküman analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analizin amacı, katılımcıların etkinlik öncesi ve sonrasında dalgalar konusunda kavramlarında gözlenen değişimi anlamlandırmaktır. Etkinlik sırasında bu değişimlere etki eden etmenler olup olmadığının ve varsa bu etmenlerin nasıl etkisi olduğunun incelenmesi önemlidir. Bunun için de katılımcıların etkinlik sırasında hazırladıkları deney raporlarının betimsel olarak incelenmesi uygun görülmüştür.

3.3.1. LY1 ile Deney Yapan Katılımcıların Deney Raporlarının Analizi

Bu kısımda LY1 ile deney yapan K1 ve K2 katılımcılarının deney raporlarının incelenmesinden elde edilen bulgulara değinilmiştir.

3.3.1.1. LY1 ile Deney Yapan Katılımcıların D1 Raporlarının İncelenmesi

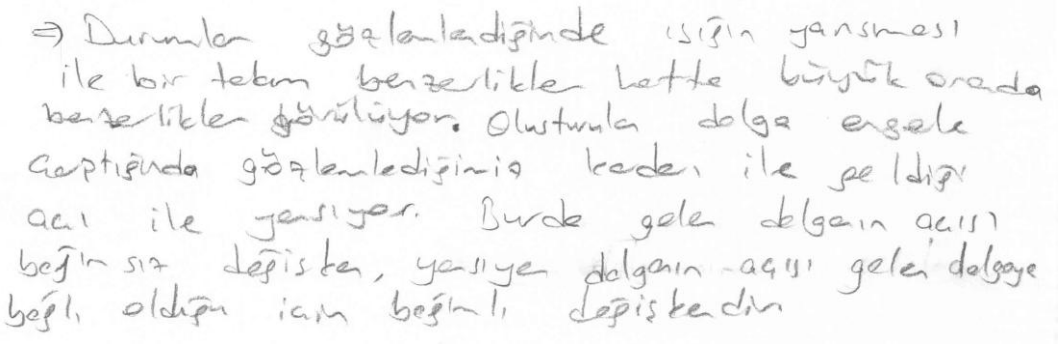
Bu deneye ait raporlarda, su dalgaları ile ilgili olarak "Yansıma" ve "Ortam" kavramlarına ilişkin veri elde edilebilmiştir. Deneyin yapılış sürecinin, raporların incelenmesinden şöyle geliştiği anlaşılmıştır:

D1, dalga leğeninde oluşturulan dalgaların özelliklerini konu alan bir deneydir. D1 raporu incelendiğinde, ilk olarak hem K1 hem de K2'nin su dalgaları ile ışığın yansıması ile ilgili benzerliklerin sorulduğu soruda, ikisinde de gelme ve yansıma açılarının eşit olduğunu belirtmişlerdir.

Daha sonra benzer bir soruda ışığın yayılması ile su dalgalarının yayılması arasındaki benzerlik sorulmuştur. Bu soruya her iki katılımcı da yanıt verirken, dalga leğeninde üretilen doğrusal dalgalara denk bir kaynak kullanılırsa ışığın yayılması ile aynı özellikler gösterdiğini belirtmişlerdir.

Burada K1, suyun derinliğinin değişmemesi gerektiğini vurgulamıştır. Bu yanıt, su dalgaları ile ilgili olarak listelenen kavramlardan "Ortam" adıyla verilen kavramı ilgilendirmektedir. K1 burada su dalgalarının yayılmasının ışığın yayılmasına benzemesinin şartı olarak ortamın, yani su derinliğinin sabit kalmasını ön koşul olarak ileri sürmüştür.

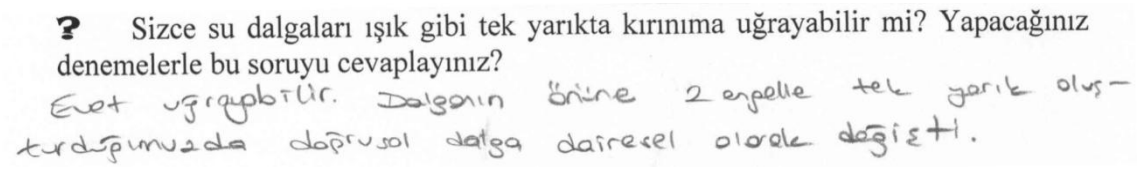
Katılımcılar, deneyin bu aşamasında su dalgalarındaki yansımayı dalganın önüne çeşitli engeller koyarak denemişlerdir. Bununla ilgili olarak deney raporuna düştükleri notta, dalgaların gelme açısıyla yansıma açısının aynı olduğunu, bunun da ışığın yayılmasına büyük benzerlikler gösterdiğini belirtmişlerdir. K2'nin dalgaların yansıması ile ilgili olarak almış olduğu notlardan bir kesit Şekil 1'de görülmektedir.


⇒ Durumlar gözlemlediğinde ışığın yansması ile bir takım benzerlikler hatta büyük oranda benzerlikler görülüyor. Oluşturulan dalga engele çarptığında gözlemlediğimiz kadarı ile geldiği açı ile yansıyor. Burda gelen dalganın açısı değişmiyor, yansıyan dalganın açısı gelen dalgaya bağlı olduğu için bağımlı değişkendir

Şekil 1. K2'nin dalgaların yansıması ile ilgili aldığı notlardan bir kesit.

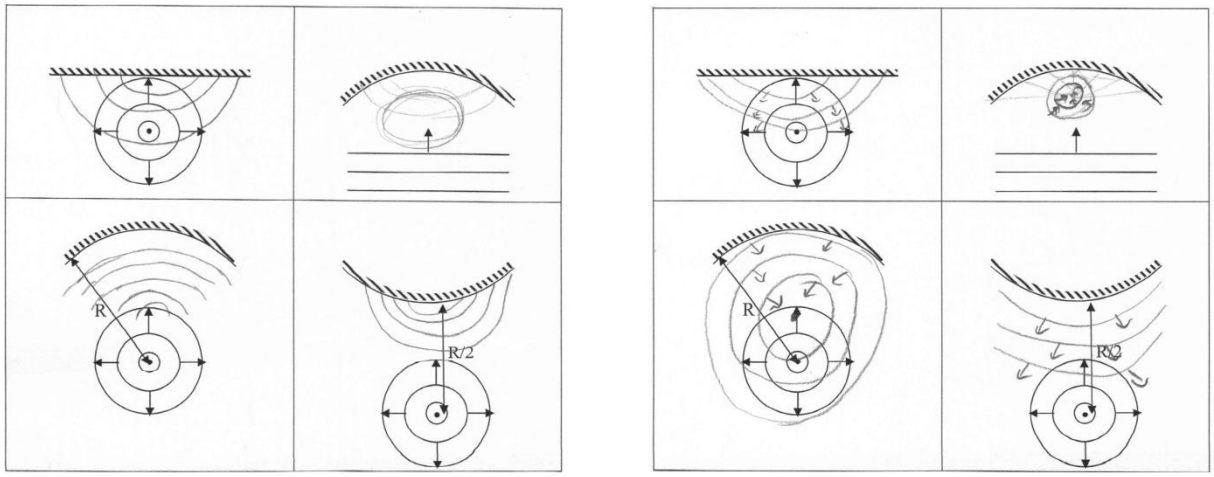
Bu yanıt, su dalgaları ile ilgili olarak listelenen kavramlardan “Yansıma” adıyla verilen kavramı ilgilendirmektedir. K1 ve K2 burada su dalgalarının yansımasını ışığın yansımasına benzetmişler, gelen dalganın gelme açısı ile yansıma açısının eşit olduğunu deney yapmadan önce de, deneyi yaptıktan sonra da belirtmişlerdir.

Daha sonra, su dalgalarının da ışık gibi tek yarıkta kırınıma uğrayıp uğramayacağı sorulmuştur. Bunu deneyerek gözlemleyen katılımcılar, doğrusal gönderilen su dalgalarının noktasal kaynaktan yayılıyor gibi dairesel biçimde geçtiklerine ilişkin gözlemlerini not düşmüşlerdir. Bununla ilgili olarak K1’in düştüğü nottan bir kesit Şekil 2’de verilmiştir.


? Sizce su dalgaları ışık gibi tek yarıkta kırınıma uğrayabilir mi? Yapacağınız denemelerle bu soruyu cevaplayınız?
Evet uğrayabilir. Dalganın önüne 2 engelle tek yarık oluş-
turduğumuzda doğrusal dalga dairesel olarak değişti.

Şekil 2. K1’in su dalgalarında kırınım ile ilgili düştüğü nottan bir kesit.

Bir sonraki aşamada K1 ve K2’ye çeşitli şekillerdeki engeller önünde oluşturulan dalgaların yansıdığında nasıl görüneceğini tahmin etmeleri istenmiştir. Aynı engeller için her iki katılımcının da yansıyan dalga çizimleri Şekil 3’te verilmiştir.



(a) (b)

Şekil 3. K1 ve K2’nin yansıyan dalga çizimleri. (a) K1’in, (b) K2’nin çizimidir.

Şekil 3’te verilen çizimlere bakıldığında, K1 ve K2’nin birbirine benzeyen çizimler yaptığı görülmektedir. Ancak sağ üst ve sağ alttaki çizimleri arasında farklılıklar vardır. Sağ

üstteki çizimde K1 yansıyan dalgayı yayılan biçimde çizerken, K2 toplanan biçimde çizmiştir. K1'in dalganın şeklinde; K2'nin de dalganın hareket doğrultusunda hatalı çizim yaptığı görülmektedir. Sağ alt köşedeki çizimde de gelen dalganın eğrilik yarıçapı belirgin biçimde farklı çizilmiştir. Bunların dışında, her iki katılımcı da, sol alt köşedeki çizim de dalganın toplandığı noktayı yanlış göstermişlerdir. K1 ile K2 arasındaki bir diğer önemli fark da, K2'nin dalganın yayılma yönünü oklarla göstermesi, K1'in ise göstermemesidir.

Son olarak katılımcılara deneyin başında kendilerine sorulan ışığın yansıması ve su dalgalarının bir engelden yansıması arasında benzerlik olup olmadığına ilişkin soruya verdikleri yanıtta bir değişiklik olup olmadığı sorulmuştur. Her iki katılımcı da yanıtlarında bir değişiklik olmadığını belirtmişlerdir. Ek olarak K2, benzerliğin sandığı kadar çok olmadığını, enine ve boyuna dağılma biçimlerinin farklı olduğunu ve belirli şartlar altında benzerlik gösterdiğini belirtmiştir.

3.3.1.2. LY1 ile Deney Yapan Katılımcıların D2 Raporlarının İncelenmesi

Bu deneye ait raporlarda, ip/yay dalgaları ile ilgili olarak "Frekans", "Dalga Boyu", "İğ", "Kararlı Dalga", "Uzunluk", "Ortam Yoğunluğu", "İpi Geren Kuvvet" ve "Yayılma Hızı" kavramlarına ilişkin veri elde edilebilmiştir. Deneyin yapılış sürecinin, raporların incelenmesinden şöyle geliştiği anlaşılmıştır:

D2, bir ipte yayılan dalga ile oluşturulan kararlı dalgaları konu alan bir deneydir. D2 raporu incelendiğinde, ilk olarak bir gitarın akort edilmesi sırasında tellerin hangi özelliğinin değiştiği sorulduğunda, her ikisi de tellerin gerginliğinin değiştirildiğini ve buna bağlı olarak sesin kendisinin/frekansının değiştiğini belirtmişlerdir. Ardından kendilerine, gitar tellerinin kalınlık dışındaki tüm özellikleri aynı ise tellerinde oluşan seslerin hangi özelliklerinin farklı olabileceği sorulduğunda da yine her iki katılımcı da frekans yanıtını vermiştir.

Bu sorular, katılımcıların ip/yay dalgaları ile ilgili olarak "Frekans", "Ortam Yoğunluğu" ve "İpi Geren Kuvvet" adıyla verilen kavramlar ile ilgili deney öncesi düşüncelerini vermektedir.

Deney düzeneği kurulduğunda öğrencilerden bir takım sorulara yanıt aramaları istenmiştir. Öncelikle ipi geren kuvvet değiştirildiğinde dalganın yayılma hızının değişip değişmeyeceğini sınamaları istenmiştir. Hem K1, hem de K2 dalganın yayılma hızının ipi geren kuvvet arttıkça artacağını düşünmektedirler. Deney sırasında her iki katılımcı da

bağımsız değişken olarak ipin ucuna asılan kütleyi almışlardır. Buna karşılık değişen ipin boyu ve iğ sayısını kaydetmişlerdir. K1 diyapazonu; K2 ise ip, hava ve diyapazonu kontrol edilen değişken olarak kaydetmiştir. İpin ucuna astıkları farklı kütlelerle farklı iğ sayısı elde ederek $v = \lambda \cdot f$ bağıntısı ile dalganın hızını hesaplamışlardır. Frekans olarak, dalgayı oluşturan diyapazonun frekansını almışlardır. Dalga boyunu ise ipin uzunluğu ve iğ sayısından yararlanarak bulmuşlardır. Deneyin sonucunda hesapladıkları yayılma hızının ipi geren kuvvet arttığında arttığını bulmuşlardır. Konuyla ilgili sorulan bazı sorulara K1'in ve K2'nin vermiş olduğu yanıtlardan bir kesit Şekil 4'te ve Şekil 5'te verilmiştir.

Soru: Dalgaboyu(λ) ve frekans(f) ne demektir? Dalganın hızı ile ilişkileri nasıldır?
Cevap: 2 dalga tepesi arasındaki mesafe → dalga boyudur.
frekans : Bir saniyede oluşan dalga sayısıdır.
$V = \lambda . f$ Dalganın hızı; dalga boyu ile frekansa bağlıdır.
Soru: Bu deneyde her bir deneme için dalgaboyu nasıl hesaplanabilir?
Cevap:

Şekil 4. K1'in dalga boyu ve frekans ile yayılma hızı arasındaki ilişkiye yönelik sorulan sorulara verdiği yanıtlardan bir kesit.

Soru: İpte yayılan dalganın frekansı yerine diyapazonun frekansı alınabilir mi? Neden?
Cevap: Alınabilir çünkü iptek oluşan dalganın kaynağı diyapazondur. Eğer ideal ortamda yaptığımızı düşünürsek direk diyapazonun frekansı alınabilir

Şekil 5. K2'in frekans ile ilgili bir soruya verdiği yanıttan bir kesit.

Deneyin bu kısmı, ip/yay dalgaları ile ilgili olarak "İğ", "Kararlı Dalga", "Uzunluk", "Frekans", "Dalga Boyu", "Yayılma Hızı" ve "İpi Geren Kuvvet" biçiminde verilen kavramlara yöneliktir. Deneyin başında, ipin gerginliği değiştirildiğinde frekansın değişeceğini ifade eden katılımcılar, deneyden yayılan dalganın hızının da gerginlik arttığında artacağını bulmuşlardır.

İkinci olarak, ipin boyca yoğunluğunun değişmesinin ipte yayılan dalganın hızını değiştirip değiştirmeyeceğinin sınanması istenmiştir. Deneye başlamadan önce rapora düştüğü notta K1 değişeceğini belirtmiş, ancak nasıl değişeceğine ilişkin yorum yapmamıştır. K2

değişir yanıtına ek olarak ise ipin yoğunluğu azalırsa dalganın yavaşlayacağını belirtmiştir. Deney sırasında, bağımlı değişken olarak yine ipe asılan kütleyi kaydetmişlerdir. Buna bağlı olarak ipin boyu ve iğ sayısını bulmuşlardır. Kontrol edilen değişken olarak K1 hiçbir değişken yazmamışken, K2 yine hava, ip ve diyapazonu kaydetmiştir. Ancak deney yaparken deneyin ilk aşamasındaki kütleleri kullanmış ve ipi iki kat almışlardır. Böylece ikinci kısımda hesapladıkları yayılma hızları ile ilk kısımdaki hızları karşılaştırma olanağı bulmuşlardır.

Deneyin bu kısmı ip/yay dalgaları ile ilgili olarak "İğ", "Kararlı Dalga", "Uzunluk", "Frekans", "Dalga Boyu", "Yayılma Hızı" ve "Ortam Yoğunluğu" biçiminde verilen kavramlara yöneliktir. Deneyin başında K2'nin ilişkiyi belirttiği, ancak K1'in belirtmediği frekans ve yayılma hızının ortam yoğunluğu ile ilişkisini keşfetmişlerdir.

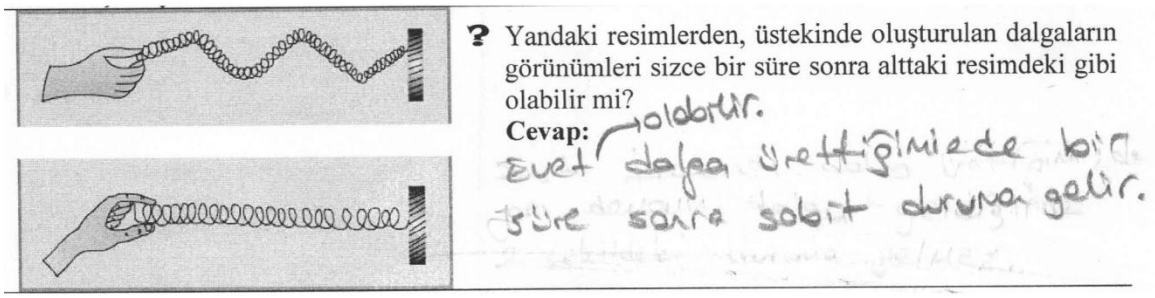
Katılımcılar ileriki kısımlarda sorulan soruları doğru biçimde anlayamadıkları ya da teorik yanıtlar vermeye alışkın oldukları için doğru yanıtlayamamışlardır. Yaklaşımın "Derinleştirme" aşamasında sorulan sorular, elde edilen bilgilerin yeni bir duruma aktarılmasını içermektedir. Ancak katılımcılar yeni durumla ilgili sorulara, teorik yanıtlar vermişler, durumu göz ardı etmişlerdir.

Deney sonunda, katılımcılara deneyin başında sorulan sorular yeniden yöneltilmiştir. Katılımcıların yanıtları aynı olmuştur.

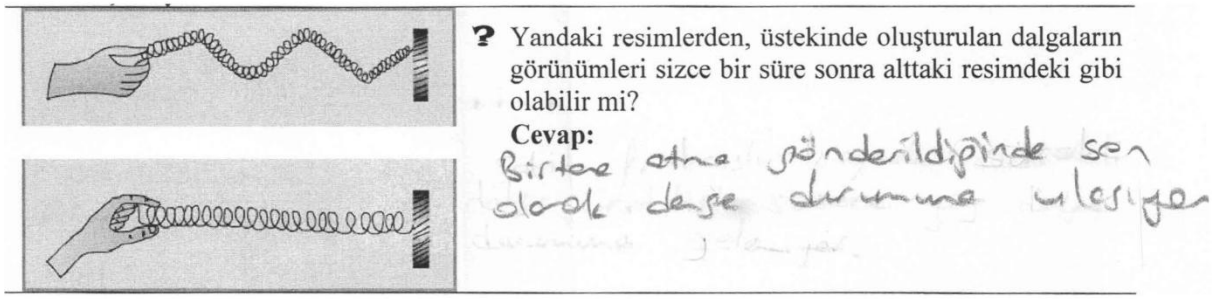
3.3.1.3. LY1 ile Deney Yapan Katılımcıların D3 Raporlarının İncelenmesi

Bu deneye ait raporlarda, ip/yay dalgaları ile ilgili olarak "Üst Üste Binme", "Genlik", "Faz Farkı", "Yayılma Hızı", "Yansıma", "Yayı Geren Kuvvet" ve "Ortam Yoğunluğu" kavramlarına ilişkin veri elde edilebilmiştir. Deneyin yapılış sürecinin, raporların incelenmesinden şöyle geliştiği anlaşılmıştır:

D3, bir yayda oluşan dalgaları konu alan bir deneydir. D3 raporu incelendiğinde, ilk olarak bir yayda oluşan dalgaların yansıyan dalgalarla üst üste binerek birbirini sönümlemesi olayına ilişkin sorulan bir soruda her iki katılımcı da soruyu yanlış anlamıştır. Soruya zamanla enerji kaybederek sönümlenmesi veya atmaların devamının gelmemesi biçiminde algılamışlardır. İlgili sorulara katılımcıların verdiği yanıtlardan bir kesit Şekil 6'da görülmektedir.



(a)



(b)

Şekil 6. K1 ve K2'nin ilk sorulara verdikleri yanıtlardan bir kesit. (a) K1'in, (b) K2'nin yanıtıdır.

Bu sorular, katılımcıların ip/yay dalgaları ile ilgili olarak "Üst Üste Binme", "Genlik" ve "Faz Farkı" adıyla verilen kavramlar ile ilgili deney öncesi düşüncelerini almayı amaçlamıştır. Ancak katılımcıların soruyu yanlış anlamaları nedeniyle bu gerçekleşememiştir.

Katılımcılara, uzun yaylarla deneyerek yanıtlamaları için altı deneme sorusu yöneltilmiştir. Bunlara verilen yanıtlar, deneyde elde edilen gözlemlerin sonuçlarıdır.

İlk olarak ilerleyen atmanın yay boyunca şeklinin ve hızının değişip değişmediği sorulmuştur. K1, atmanın şeklinin ve hızının başlangıçta aynı olduğunu, daha sonra ise atmanın şeklinin değiştiğini ve giderek yavaşladığını belirtmiştir. K2 ise atmanın hızında ve şeklinde bir değişiklik olmadığına ilişkin not düşmüştür.

Bu kısımda ip/yay dalgaları ile ilgili olarak "Genlik", "Ortam Yoğunluğu" ve "Yayılma Hızı" adıyla verilen kavramlar incelenmiştir. Burada K1'in atmanın hızında zamanla değişim olduğunu düşünmesi, atmanın genliğindeki azalma ile hızı arasında ilişki kuruyor olmasından kaynaklanabilir.

Deneyin ikinci kısmında, atmanın yayılma hızının şekil ve büyüklüğüne bağlı olup olmadığı sorulmuştur. Her iki katılımcı da deneyleri sonucunda, yayılma hızının atmanın şekil ve büyüklüğüne bağlı olduğu sonucuna varmıştır.

Bu kısımda da ip/yay dalgaları ile ilgili olarak "Genlik" ve "Yayılma Hızı" adıyla verilen kavramlar incelenmiştir. Burada katılımcıların göz yanılması sonucu yanlış değerlendirmede bulunmuş olma olasılığı vardır. Bu yanlış sonuç, K1'in deneyin ilk kısmında verdiği yanıtla örtüşmektedir ancak K2'nin yanıtıyla çelişmektedir.

Üçüncü olarak, yayın gerginliğinin atmanın hızına etkisi olup olmadığı sorulmuştur. K1, yayı daha çok gerdiklerinde yayda oluşan dalganın yayılma hızının değiştiğini belirtmiş, ancak azaldığı ya da arttığı yönünde bir yorum yapmamıştır. K2 ise, yayda oluşan dalganın yayılma hızında bir değişim olmadığını, varsa bile kendisinin gözleyemediğini not düşmüştür.

Bu kısımda da ip/yay dalgaları ile ilgili olarak "Yayılma Hızı" ve "Ortam Yoğunluğu" adıyla verilen kavramlar incelenmiştir. Burada K1'in ve K2'nin yanıtları yine farklıdır. K1 bir değişim gözlemlemiş, ancak artma mı yoksa azalma mı olduğunu belirtmemiştir. K2 ise bir değişiklik gözlemleyememiştir. Bu durum, yaylarda oluşan dalgaların gözle görebilmek için çok hızlı olması ve farkın az olmasından ileri geliyor olabilir.

Dördüncü olarak, birbirine doğru gelen atmalar karşılaştıklarında, bileşke atmanın büyüklüğünün nasıl hesaplanabileceği sorulmuştur. Her iki katılımcı da, yaptıkları denemelerden sonra, aynı yönde gönderilen atmaların birbirini güçlendirdiğini, zıt yönde gönderilenlerin ise sönümlediğini not düşmüştür.

Bu kısımda da ip/yay dalgaları ile ilgili olarak "Üst Üste Binme", "Genlik" ve "Faz Farkı" adıyla verilen kavramlar incelenmiştir. Deney sırasında eşit büyüklükte olan aynı ve zıt yönlü atmalar göndermişlerdir.

Beşinci olarak, farklı özelliklere sahip iki yay birbirine bağlandığında, birinden diğerine geçen ve varsa yansıyan atmaların özelliklerinin nasıl değiştiği sorulmuştur. Her iki katılımcı da farklı yaylardaki yayılma hızlarının farklı olduğunu ifade etmişlerdir. Ancak, K1 sert yayda ilerleyen atmanın daha hızlı, yumuşak yayda ise daha yavaş olduğunu söylerken; K2 yarıçapı büyük olan yayda yayılma hızının daha büyük olduğunu belirtmiştir.

Bu kısımda da ip/yay dalgaları ile ilgili olarak "Yayılmaz Hızı", "Genlik" ve "Ortam Yoğunluğu" adıyla verilen kavramlar incelenmiştir. Katılımcıların ikisi de genliklerdeki

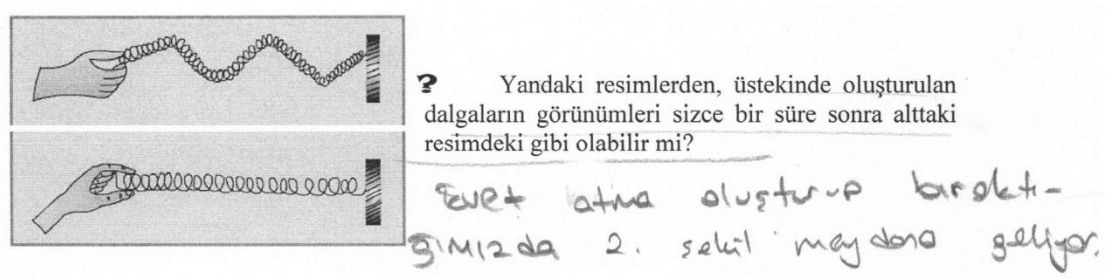
değişimden söz etmemiştir. Yayılma hızındaki değişimleri ise farklı yorumlamışlardır. K1 yaylardan sert ve yumuşak olanlarını belirlerken hata yapmıştır. Deney sırasında kendisine hangi yayın daha sert olduğu sözel olarak sorulduğunda, yarıçapı büyük olan yayı göstermiştir. Aslında K1 ev K2'nin vardıkları sonuçlar aynıdır. Ancak K1, yayları yanlış tanımlamaktadır. Gerçekte deneyde kullanılan yaylardan yarıçapı büyük olan yayın yay sabiti küçüktür, yani yumuşak yaydır.

Son olarak, sabit ve serbest uçlardan yansıyan atmaların hangi özelliklerinin değişip, hangilerinin aynı kaldığı sorulmuştur. Her iki katılımcı da hem sabit uçtan hem de serbest uçtan yansıyan atmaların hiçbir değişim olmadan yoluna devam ettiğine ilişkin yanıtlar vermişlerdir.

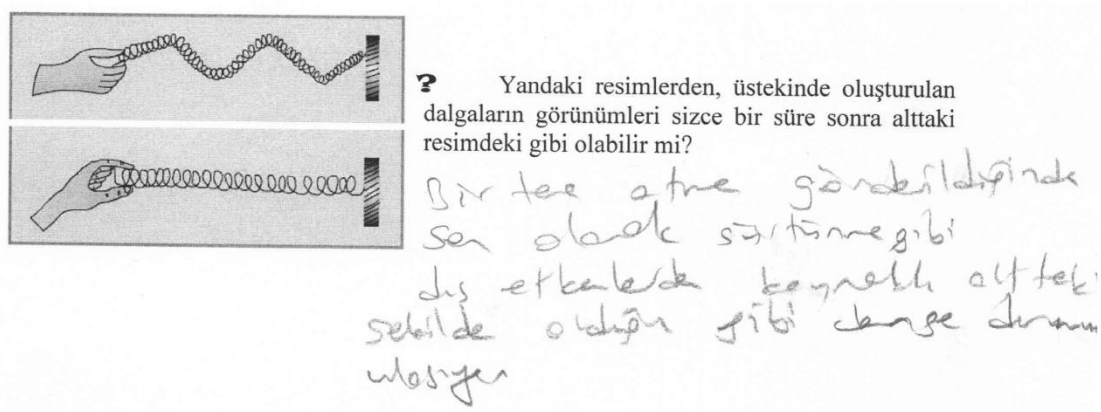
Bu kısımda da ip/yay dalgaları ile ilgili olarak "Yansıma" kavramı incelenmiştir. Ancak her iki katılımcı da yaylarda oluşan atamaların hızlı olmasından ve göz yanılmasından ötürü farkları gözlemleyememişlerdir.

Deneyleri tamamladıktan sonra, deney kılavuzlarında kendilerine sorulan sorulara yanıt vermişlerdir. Bu sorulardan ilki, yansıma olmadığını varsayarak ince yaydan kalın yaya geçen atmaların; ikincisi ise aynı şartlarda kalın yaydan ince yaya geçen atmaların enerjinin korunumunu kullanarak yorumlanmasını istemektedir. Her iki katılımcı da her iki durumda da enerjinin korunduğunu belirtmişlerdir. K2 ek olarak, kalın yaydan ince yaya geçen atmaların serbest uç gibi davrandığı ifade etmiş, genliklerinin değişeceğini söylemiştir. K1 ek olarak, ince yayda genliğin küçüldüğünü, kalın yayda büyüdüğünü belirtmiştir. Ancak K1, ince ve kalın yay tanımını yarıçapa göre yapmaktadır. Deneyde kullanılan yaylardan yumuşak olan yayın yarıçapı daha büyüktür. Bu nedenle ondan kalın yay olarak söz etmektedir. Oysa kalın yaydan kasıt, sert yaydır. Dolayısıyla yanıtı ters vermiştir.

Son olarak, deney kılavuzunun başında sorulan soru tekrar sorulmuştur. Katılımcıların bu soruya verdikleri yanıtlar Şekil 7'de görülmektedir.



(a)



(b)

Şekil 7. K1 ve K2'nin son sorulara verdikleri yanıtlardan bir kesit. (a) K1'in, (b) K2'nin yanıtıdır.

Katılımcılar, soruyu yine yanlış anlamış ve soruya atmaların devamının gelmemesi ile sönümlenmesinden sonraki durum olarak algılamışlardır.

3.3.1.4. LY1 ile Deney Yapan Katılımcıların D4 Raporlarının İncelenmesi

Bu deneye ait raporlarda, su dalgalarında girişim ile ilgili olarak "Frekans", "Dalga Boyu", "Yapıcı Girişim", "Yıkıcı Girişim", "Faz Farkı" ve "Kaynaklar Arası Uzaklık" kavramlarına ilişkin veri elde edilebilmiştir. Deneyin yapılış sürecinin, raporların incelenmesinden şöyle geliştiği anlaşılmıştır:

D4, su dalgalarında girişim ve fazı konu alan bir deneydir. D4 raporu incelendiğinde, ilk olarak kendilerine sorulan, bir göle aynı anda atılan iki taşın oluşturduğu dalgaların birbirini güçlendirme, sönümleme ya da etkilememe durumları ve taşların farklı zamanlarda atılması durumunda ne gibi değişiklik olacağı sorularına verdikleri yanıtlar görülmektedir. K1, bu taşların oluşturduğu dalgaların birbirini güçlendirme, sönümleme ya da etkilememe durumlarından üçünün de gerçekleşebileceğini ifade ederken, göle atılan taşların farklı

zamanlarda atılması durumunda fark olacağını söylemiştir. Ancak farkın ne olduğu konusunda bir bilgi vermemiştir. K2 ise, bu dalgaların frekanslarına bağlı olarak güçlendirebileceğini ya da sönümlendirebileceğini, ancak etkilememe durumunun söz konusu olmadığını belirtmiştir. Taşların farklı zamanlarda atılması durumunda da faz farkı olacağını ifade etmiştir.

Daha sonra, bir girişim deseni üzerinde dalga katarı ve düğüm çizgileri gösterilmiş, bunların geçtiği noktalardaki girişimlerin nasıl olduğu sorulmuştur. Her iki katılımcı da tepe-çukur karşılaşmasını düğüm çizgisi olarak tanımlamış ve girişimin yıkıcı olduğunu söylemiş; tepe-tepe veya çukur-çukur karşılaşmasını ise dalga katarı olarak tanımlamış ve girişimin yapıcı olduğunu belirtmiştir.

Bu sorular, katılımcıların su dalgalarında girişim ile ilgili olarak "Yapıcı Girişim", "Yıkıcı Girişim" ve "Faz Farkı" adıyla verilen kavramlar ile ilgili deney öncesi düşüncelerini vermektedir. Ancak K2 "Frekans" kavramına da değinmiştir.

Katılımcılara deneyerek bulmaları için dört soru yöneltilmiştir. Ancak deney düzeneklerinin durumu ikinci deneme sorusunun yanıtlanmasına olanak tanımadığı için bu soru boş geçilmiştir. Bu durumda üç soru deneyerek ölçülmüştür.

İlk olarak, kaynaklar arasındaki uzaklık değiştiğinde düğüm çizgisi sayısının nasıl değiştiği sorulmuştur. Katılımcılar yaptıkları denemelerden sonra, kaynaklar arası uzaklığın artmasının düğüm çizgisi sayısını da arttırdığını görmüşler ve bunu not etmişlerdir.

Bu kısımda da su dalgalarında girişim ile ilgili olarak "Kaynaklar Arası Uzaklık" kavramı incelenmiştir. Her iki katılımcı da aynı sonuca varmış, kaynaklar arası uzaklık arttıkça, düğüm çizgisi sayısının arttığını gözlemlemiştir.

İkinci olarak, faz farkı değiştiğinde düğüm çizgilerinin doğrultusunun nasıl değiştiği sorulmuştur. Her iki gözlemci de girişim deseninin net olmadığını belirtmiştir. K1, düğüm çizgilerinin doğrultusunda bir kayma olduğunu ve düğüm çizgilerinin birbirine yaklaştığını belirtmiştir. K2 ise, düğüm çizgisi sayısının azaldığını ifade etmiştir.

Bu kısımda, su dalgalarında girişim ile ilgili olarak "Faz Farkı" kavramı incelenmiştir. Ancak, mevcut dalga leğeni faz farkı oluşturmaya elverişli olmadığından, zorunlu olarak başka bir dalga leğeni kullanılmıştır. İlgili dalga leğeninde görüntü diğeri kadar net

oluşmamıştır. İki farklı leğen kullanıldığı için, katılımcıların düğüm çizgilerinin sayılarına ve birbirlerine olan uzaklıklarına yönelik aldıkları notlar anlamlı değildir.

Son olarak, faz farkı değiştirildiğinde düğüm çizgilerinin sayılarının nasıl değişeceği sorulmuştur. Her iki katılımcı da faz farkı olduğunda düğüm çizgilerinin sayısının azalacağını söylemişlerdir.

Bu kısımda, su dalgalarında girişim ile ilgili olarak "Faz Farkı" kavramı incelenmiştir. Ancak, iki farklı dalga leğeni kullanıldığından, katılımcıların düğüm çizgilerinin sayılarına yönelik aldıkları notlar anlamlı değildir.

Oluşan düğüm çizgilerinin sayısının dalga boyu ile ilişkisinin sorulduğu soruya, her iki katılımcı da aynı yanıtı vermiştir. İkisi de, dalga boyu artarsa, düğüm çizgilerinin sayısının azalacağını; dalga boyu azalırsa, düğüm çizgilerinin sayısının artacağını not almışlardır. Bu soru, "Dalga Boyu" kavramı ile ilgilidir. Dalga boyunun girişim deseni üzerine etkisini açıklar.

Yaklaşımın "Derinleştirme" aşamasında katılımcılara, benzer güçlendirme ya da sönümleme durumunun ışık dalgaları için de geçerli olup olmayacağı sorulmuştur. K1 olabileceğini belirtirken; K2, bu konuda yorum yapamayacağını bildirmiştir.

Katılımcılara, deney kılavuzlarında son olarak değerlendirme soruları yöneltilmiştir. Bu sorular bir girişim deseni şekli üzerinden sorulmuştur. Burada üç soru sorulmuştur. İlk olarak, kaynaklardan çıkan dalgaların dalga boyunun artması durumunda birinci düğüm çizgilerinin yerini değişip değişmeyeceği, değişirse ne tarafa kayacağı sorulmuştur. Her iki katılımcı da değişeceğini ve aynı miktarda merkez doğrultusundan uzaklaşacaklarını ifade etmişlerdir. İkinci olarak, kaynaklar arası uzaklığın arttırılması durumunda birinci düğüm çizgisinin ve merkez doğrusunun yerinin değişip değişmeyeceği, değişirse ne tarafa kayacağı sorulmuştur. Her iki katılımcı da merkez doğrultusunun yine iki kaynağın tam ortasında olacağını, birinci düğüm çizgisinin de kayacağını söylemişlerdir. Ancak değişim yönünü belirtmemişlerdir. Son olarak, kaynaklardan birinin periyodun yarısı kadar geç çalıştırılmaya başlanması durumunda desende nasıl değişiklik olacağı sorulmuştur. K1 düğüm çizgilerinin birbirine yaklaşacağını ve desenin kayacağını söylemiştir. K2 ise, desenin geciken kaynağa doğru kayacağını belirtmiştir.

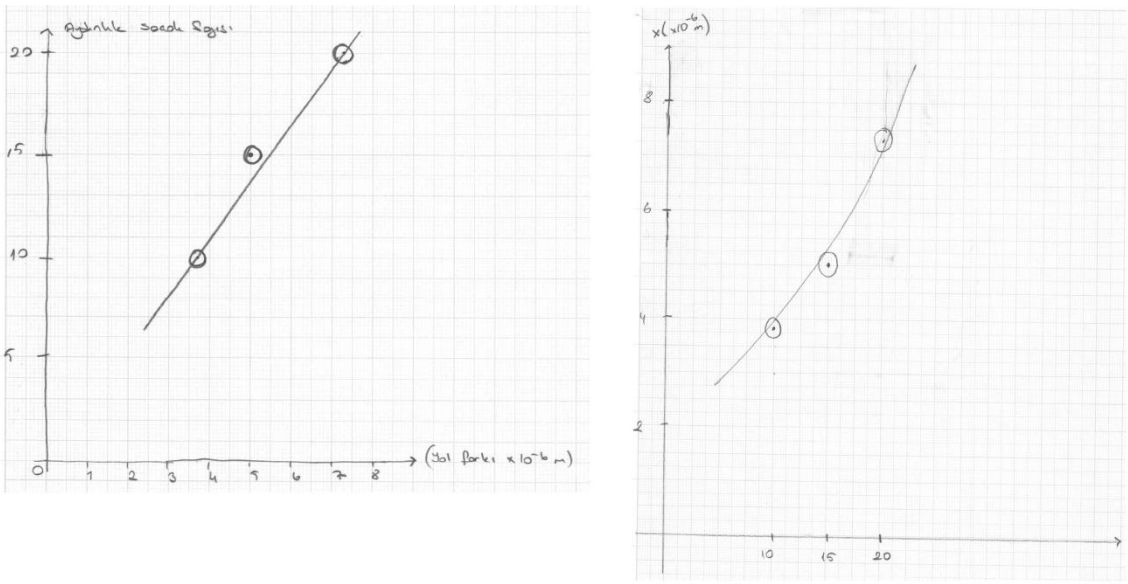
Bu sorularda, “Dalga Boyu”, “Kaynaklar Arası Uzaklık” ve “Faz Farkı” kavramlarına değinilmiştir.

3.3.1.5. LY1 ile Deney Yapan Katılımcıların D5 Raporlarının İncelenmesi

Bu deneye ait raporlarda, su dalgalarında girişim ile ilgili olarak “Yapıcı Girişim”, “Yıkıcı Girişim”, “Yol Farkı”, “Dalga Boyu” ve “Saçak Sayısı” kavramlarına ilişkin veri elde edilebilmiştir. Deneyin yapılış sürecinin, raporların incelenmesinden şöyle geliştiği anlaşılmıştır:

D5, ışıkta girişimi konu alan bir deneydir. D5 deney kılavuzunda ilk olarak Michelson-Morley Deneyi’nden söz edilmiş, deney düzeneği tanıtılmıştır. Bu ünlü deneyin amacı anlatılmıştır. Ardından da “eter” adlı maddenin var olup olamayacağı sorulmuştur. K1 doğrudan “olabilir” yanıtını vermekle yetinirken; K2, eterin var olduğunu, her maddenin içinde hareket ettiği bir ortamın bulunduğunu, ışık için de aynı şeyin geçerli olduğunu belirtmiştir.

Katılımcılardan deneyerek bulmaları istenen araştırma sorusu, ekrana ulaşan ışık ışınlarının yol farkı ile ekrandaki herhangi bir noktadan geçen aydınlık saçak sayısının orantılı olup olmadığının bulunmasıdır. Her iki katılımcı da deneme sırasında aydınlık saçak sayısını bağımsız değişken olarak, yol farkını ise bağımlı değişken olarak almıştır. Bu sırada, ortam, perdeye olan uzaklık ve ışık kaynağını bağımsız değişken olarak kaydetmiştir. Alınan verilerden birer grafik çizmişlerdir. İlgili grafikler Şekil 8’de görülmektedir.



(a) (b)

Şekil 8. K1 ve K2'nin çizdikleri grafikler. (a) K1'in, (b) K2'nin grafiğidir.

K1'in çizdiği grafikte yol farkı yatay eksende iken, K2'nin çizdiği grafikte düşey eksende gösterilmiştir. Ancak en önemli fark, K1'in grafiği doğrusal kabul etmesine karşın, K2'nin parabolik kabul etmesidir. K1, yol farkı ile saçak sayısı arasında doğru orantı olduğunu bulmuş, K2 ise aralarında doğrusal olmayan bir orantı olduğunu bulmuştur. Oysa her ikisi de aynı değerler ile grafik çizmiştir.

Bu sorular, katılımcıların su dalgalarında girişim ile ilgili olarak "Yol Farkı", "Yapıcı Girişim" ve "Saçak Sayısı" kavramları ile ilgilidir.

Daha sonra katılımcılara, deneyden elde edilen verilere göre ışığın dalga mı yoksa parçacık mı olduğu sorulmuştur. Her iki katılımcı da ışığın hem dalga hem de parçacık özelliği olduğunu belirtmesine karşın, yalnızca K2 bu deneyin dalga özelliğini kullanarak gerçekleştirildiğini vurgulamıştır. Ardından aynı sonucun karanlık saçaklar için de geçerli olup olmadığı sorulmuştur. Her iki katılımcı da aynı sonucun geçerli olduğunda hemfikirdir. Bu soru, "Yıkıcı Girişim" kavramıyla ilgilidir.

Yaklaşımın değerlendirme kısmında, katılımcılara üç soru sorulmuştur. İlk olarak, deneyin gerekli bilgiler kısmındaki bilgilerle sonuçlarının tutarlı olup olmadığı sorulmuştur. K2 buna "tutarlıdır" yanıtını vermiştir. İkinci olarak, deneyden elde edilen verileri kullanarak kullanılan ışığın dalga boyunun hesaplanması istenmiştir. Bu kısım, "Dalga Boyu" kavramı

ile ilgi kurmayı amaçlamaktadır. K1 ve K2, üç deneme için de ayrı ayrı hesap yapıp ortalamasını almış, ayrıca K2 cihaz üzerindeki gerçek değere göre de hata hesabı yapmıştır. Buna göre %7,8 oranında hata ile ışığın dalga boyunu bulmuştur. Ancak kendilerinden beklenen ayrı ayrı hesap yapmak yerine, grafiklerden yararlanmalarıdır. Son olarak, deneyin başında sorulan "eter" maddesinin var olup olmadığı, ilgili düzenekle bulunup bulunamayacağı yeniden sorulmuştur. K1, "varsa değişir, yoksa aynı kalır" biçiminde bir yanıt vermiştir. Yanıt açık değildir. K2, eğer eter yoksa düzenekten elde edilen sonucun değişmeyeceğini, ancak varsa düzene kendi etrafında döndürüldüğünde sonucun değişeceğini belirtmiş, ancak eterin varlığı ile ilgili bir yanıt vermemiştir.

3.3.2. LY2 ile Deney Yapan Katılımcıların Deney Raporlarının Analizi

Bu kısımda LY2 ile deney yapan K3 ve K4 katılımcılarının deney raporlarının incelenmesinden elde edilen bulgulara değinilmiştir.

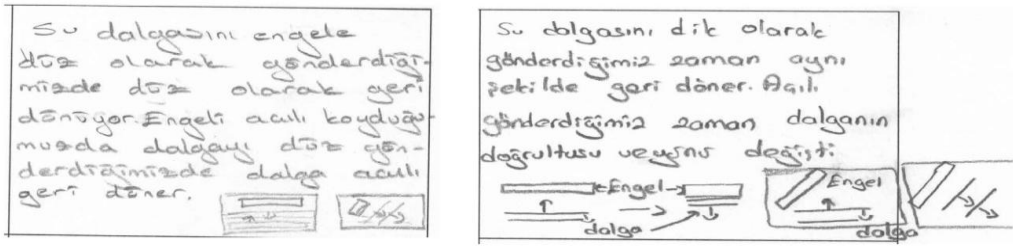
3.3.2.1. LY2 ile Deney Yapan Katılımcıların D1 Raporlarının İncelenmesi

Bu deneye ait raporlarda, su dalgaları ile ilgili olarak "Yansıma" ve "Ortam" kavramlarına ilişkin veri elde edilebilmiştir. Deneyin yapılış sürecinin, raporların incelenmesinden şöyle geliştiği anlaşılmıştır:

D1, su dalgalarını konu alan bir deneydir. D1 raporu incelendiğinde, "su dalgalarının sabit derinlikteki suda yayılma, engelden yansıma ve görüntü özellikleri, ışığın bir ortamda yayılma, yansıma ve görüntü özellikleri ile benzerlik gösterir" hipotezinin test edilmesinin istendiği görülmektedir. Bu hipotezi test etmek için kendilerinden deney düzeneği kurmaları istenmiştir. Bu sırada her iki katılımcı da su düzeyinin dalga leğeninin her yerinde eşit olmasını sağlamakta zorlandıklarını belirtmişlerdir.

Hipotezi test etmek için ışığın özelliklerini su dalgaları ile denemişlerdir. K3, dalga oluşturmak için kaynak olarak kullandıkları çubuktan çıkan dalgaların dalga leğeninin karşıdaki kenarından yansımasını, K4 ise yansıyan dalgaların yeniden kaynak olarak kullanılan çubuğa çarpmasını incelediğini ifade etmiştir. Yani K4, çubuğu hem kaynak hem de engel olarak almıştır. Her ikisi de dalgaların engellerden geldikleri gibi yansıdığını gözlemlemiştir. Bu denemenin sonucunda, ilk olarak, su dalgalarının da ışık gibi ortam değiştirmediği sürece doğrusal yansıdığını not etmişlerdir.

İkinci olarak, ışığın bir engelden yansırken geliş açısı ile yansıma açısının normalle yaptığı açının eşit olduğuna ilişkin özelliği su dalgalarında denemişlerdir. Her iki katılımcı da, açılı duran bir engele gönderdikleri doğrusal su dalgalarının açılı olarak yansıdığını belirtmektedir. Ancak her ikisi de yansıyan dalgayı engele paralel çizmiştir. Söz konusu çizimler ve açıklamalar Şekil 9'da görülmektedir.



(a) (b)

Şekil 9. K3 ve K4'ün su dalgalarının açılı engelden yansıması ile ilgili açıklama ve çizimleri. (a) K3'ün, (b) K4'ün yanıtıdır.

Üçüncü olarak, ışığın düzlem aynada oluşturduğu görüntünün özellikleri ile su dalgası arasında benzerlik olup olmadığını incelemişlerdir. Bunun için yine engele paralel dalga göndermiş ve paralel döndüğünü gözlemlemişlerdir.

Dördüncü olarak, ışığın çukur aynada yansıma özellikleri ile su dalgası arasında benzerlik olup olmadığını incelemişlerdir. Bunun için çukur bir engele doğrusal dalgalar göndermişlerdir. Deneme sonucunda, her iki katılımcı da, dalganın engele çarpınca, engelin (çukurun) şeklini alarak geri döndüğünü not düşmüşlerdir.

Beşinci olarak, ışığın tümsek aynada yansıma özellikleri ile su dalgası arasında benzerlik olup olmadığını incelemişlerdir. Bunun için tümsek bir engele doğrusal dalgalar göndermişlerdir. Deneme sonucunda, her iki katılımcı da, dalganın engele çarpınca, engelin (tümseğin) şeklini alarak geri döndüğünü not düşmüşlerdir.

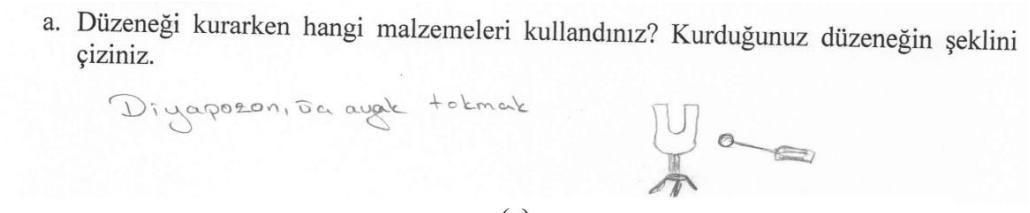
Altıncı ve son olarak, ışığın tek yarıktaki kırınım olayı ile su dalgaları arasında benzerlik olup olmadığını incelemişlerdir. Her iki katılımcı da, ışığı tek yarıktan gönderdiğimizde, karanlık ve aydınlık saçaklar oluştuğunu not etmişlerdir. Su dalgaları için ise iki engelin arasından tek yarık oluşturacak biçimde gönderdikleri doğrusal dalgaların eğrisel olarak yoluna devam ettiğini yazmışlardır.

Hipotezi sınamak için yaptıkları denemelerden sonra, katılımcılardan hipotezi tartışmaları istenmiştir. K3, çukur ve tümsek aynaya çarptıktan sonra yoluna doğrusal olarak devam ettiğini, ancak su dalgalarını engellerin şeklini aldığını söylemiştir. Buradan K3'ün aradaki benzerliği göremediği anlaşılmaktadır. K4 ise, doğrudan hipotezin doğrulanmadığını, bazı özellikleri yönüyle aynı, bazı özellikleri yönüyle de farklı olduğunu söylemiştir. Buradan K4'ün de benzerlikleri tam olarak göremediği anlaşılmaktadır. Her iki katılımcı da hipotezin doğrulanmadığını düşünmektedir.

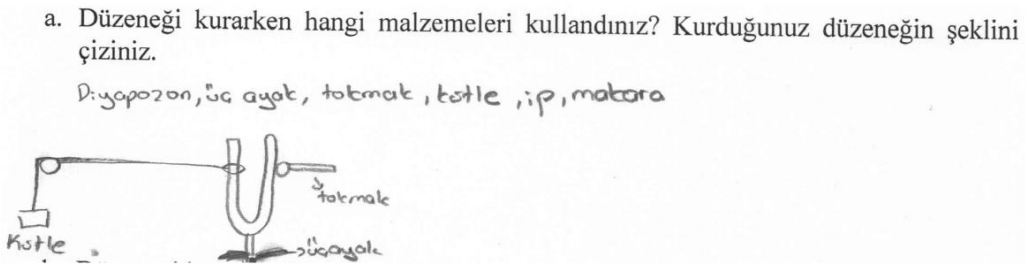
3.3.2.2. LY2 ile Deney Yapan Katılımcıların D2 Raporlarının İncelenmesi

Bu deneye ait raporlarda, ipte yayılan dalgalar ile ilgili olarak "İpi Geren Kuvvet", "Ortam" ve "Yayılma Hızı" kavramlarına ilişkin veri elde edilebilmiştir. Deneyin yapılış sürecinin, raporların incelenmesinden şöyle geliştiği anlaşılmıştır:

D2, ipte yayılan dalgaları konu alan bir deneydir. D2 raporu incelendiğinde, ilk olarak "ipi gören kuvvet arttıkça ipte yayılan dalgaların hızı azalır" hipotezinin test edilmesinin istendiği görülmektedir. Bu hipotez, "İpi Geren Kuvvet" ve "Yayılma Hızı" kavramlarına yöneliktir. Bu hipotezi test etmek için kendilerinden deney düzeneği kurmaları istenmiştir. Kullandıkları malzemeleri yazmaları ve deney düzeneğinin şeklini çizmeleri istenmiştir. Katılımcıların bu soruya verdikleri yanıt Şekil 10'da verilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 10. K3 ve K4'ün ilk hipotez için kurdukları deney şemaları ve malzeme listeleri. (a) K3'ün, (b) K4'ün çizimidir.

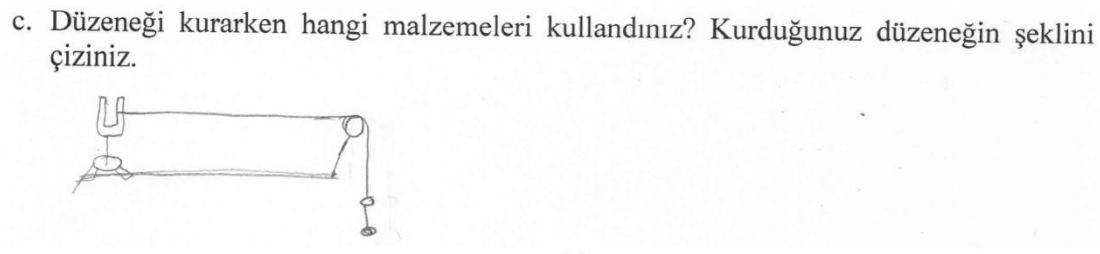
Şekil 10'da görüldüğü gibi, K3 deney malzemelerini K4'e göre eksik yazmıştır. Aynı şekilde, deney düzeneğinin şeklini çizmeyi de yarım bırakmıştır.

K3, deney sırasında tokmakla diyapazona vurduklarında bir ses duyduklarını belirtmiş, K4 bu bilgilerin yanı sıra ek olarak bu dudumda ses dalgalarının oluştuğunu ve bu sesin çok tiz olduğunu eklemiştir. K4 diyapazon ve oda sıcaklığını kontrol edilen değişkenler olarak kaydetmiştir. K3 bu iki değişkenin yanına bir de tokmağı kontrol edilen değişken olarak kaydetmiştir. Bağımlı ve bağımsız değişkenleri kaydetmeleri istenen kısımda, her iki katılımcı da "diyapazona vurma kuvveti" yazmıştır. K3 ek olarak bunu değiştirdiklerini söylemiştir. Dalganın yayılma hızını bulmak için her iki katılımcı da $v = \lambda \cdot f$ veya $v = \frac{\lambda}{T}$ bağıntılarını vermiştir.

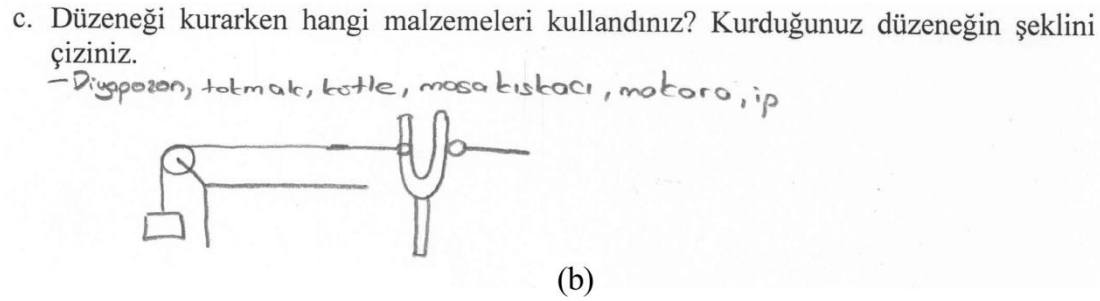
Bir sonraki aşamada, deneyi yapmışlar ve verileri ilgili tablolara doldurmuşlardır. Yalnız, tablolarda bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişkenleri yeniden belirtmeleri gerekmiştir. Burada K3; frekansı kontrol edilen, kütleyi ve ip uzunluğu bağımsız, dalga boyunu bağımlı değişken olarak tanımlamıştır. K4 ise; yine frekansı kontrol edilen, kütleyi bağımsız, ip uzunluğu ve dalga boyunu bağımlı değişken olarak tanımlamıştır. K3 iki tane bağımsız değişken, K4 ise iki tane bağımlı değişken belirtmiştir. Ayrıca tabloyu doldururken K3, birinci denemede ipin uzunluğunu hatalı kaydetmiştir.

Katılımcılardan, deneyde elde ettikleri verilere göre ilk hipotezi değerlendirmeleri istenmiştir. K3, ipi geren kuvvet olarak kütleleri kullandıklarını, kütlelerin artmasıyla dalga boyunun ve yayılma hızının da arttığını ifade etmiştir. K4 ise, açık biçimde hipotezin doğrulanmadığını ifade ettikten sonra, K3 ile benzer bir açıklama yapmıştır. Her iki katılımcı da hipotezin doğrulanmadığını düşünmektedir.

Deneyin ikinci kısmında, katılımcılardan "ipin boyca yoğunluğu arttıkça ipte yayılan dalgaların hızı azalır" hipotezinin test edilmesinin istendiği görülmektedir. Bu hipotez, "Ortam" ve "Yayılma Hızı" kavramlarına yöneliktir. Bu hipotezi test etmek için kullandıkları malzemeleri yazmaları ve deney düzeneğinin şeklini çizmeleri istenmiştir. Katılımcıların bu soruya verdikleri yanıt Şekil 11'de verilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 11. K3 ve K4'ün ikinci hipotez için kurdukları deney şemaları ve malzeme listeleri. (a) K3'ün, (b) K4'ün çizimidir.

Şekil 11'de görüldüğü gibi, K3 deney malzemelerini yazmamıştır. Ancak bu defa deney düzeneğini çizmiştir.

Katılımcılardan deneyi nasıl gerçekleştirdiklerinin sorulduğu alana; K3 kütleleri değiştirdiklerini, diyapazona vurduklarında oluşan titreşimi gözlemlediklerini; K4 ise diyapazona vurduklarında ipte dalgalar oluştuğunu yazmışlardır. K3, kontrol edilen değişken olarak oda sıcaklığı, diyapazon ve tokmağı; bağımlı ve bağımsız değişken olarak da kütleler ve kendi uyguladıkları kuvveti kaydetmiştir. K4 ise, kontrol edilen değişken olarak diyapazon frekansını, bağımlı ve bağımsız değişken olarak da ipin boyu, asılan kütle, dalga boyu ve vurma kuvvetini kaydetmiştir. Ancak hangisinin bağımlı hangisinin bağımsız değişken olduğunu belirtmemiştir. Her iki katılımcı da dalganın hızını bulmak için bir önceki hipotezde kullandıkları bağıntı ile aynı bağıntıyı kullanmaları gerektiğini belirtmiştir.

Bir sonraki aşamada, deneyi yapmışlar ve verileri ilgili tablolara doldurmuşlardır. Yalnız, tablolarda bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişkenleri yeniden belirtmeleri gerekmiştir. Bu hipotezi sınarken, bir önceki hipotezi sınarken kullandıkları değişken düzenini korumuşlardır. Yine aynı değişkenleri kontrol edilen, bağımlı ve bağımsız değişkenler olarak belirtmişlerdir. Yine K3 iki tane bağımsız, K4 ise iki tane bağımlı

değişkenden söz etmiştir. Ek olarak, verilerin kaydedildiği tablodan sonraki kısımda hesaplamalar için ayrılan kısmı, K3 boş bırakmıştır.

Hipotezi sınamak için yaptıkları denemelerden sonra, katılımcılardan hipotezi tartışmaları istenmiştir. Her iki katılımcı da ipin yoğunluğu arttıkça dalganın yayılma hızının da artacağını belirtmişlerdir. Böylece ilgili hipotezin yanlışlandığını düşündükleri görülmektedir. Son olarak katılımcılardan frekansı bilinmeyen bir diyapazonun frekansının bulunması istenmiştir. İlgili soruya K3 yanıt vermezken, K4 önceden elde ettiği bağıntıları kullanarak yanıt vermiştir. Ancak verdiği yanıt frekansı bilinmeyen bir diyapazonun frekansını bulmaya yönelik değil, deneyde kullanılan diyapazonun frekansının sağlamasını yapmaya yöneliktir. Sorunun anlaşılmadığı düşünülebilir.

3.3.2.3. LY2 ile Deney Yapan Katılımcıların D3 Raporlarının İncelenmesi

Bu deneye ait raporlarda, yayda yayılan dalgalar ile ilgili olarak "Üst Üste Binme", "Genlik", "Faz Farkı", "Yayılma Hızı", "Yansıma", "Yayı Geren Kuvvet" ve "Ortam Yoğunluğu" kavramlarına ilişkin veri elde edilebilmiştir. Deneyin yapılış sürecinin, raporların incelenmesinden şöyle geliştiği anlaşılmıştır:

D3, yayda yayılan dalgaları konu alan bir deneydir. D3 raporu incelendiğinde, altı ayrı hipotezin sınanmasının istendiği görülmektedir.

İlk olarak "yayda ilerleyen atmanın şekli ve hızı hareket boyunca sabit kalır" hipotezinin test edilmesi istenmiştir. Bu hipotez, "Genlik", "Ortam Yoğunluğu" ve "Yayılma Hızı" kavramlarına yöneliktir. Bu denemede katılımcılar yerde gerdikleri yaya kuvvet uygulayarak dalga oluşturmuş ve gözlemlemiştir. Sonuç olarak, K3 yayın bir ucu sabit olduğu için yayda oluşan atmanın giderken sahip olduğu genlikten daha düşük genlikle döndüğünü; K4 ise giden dalganın hızının ve genliğinin aynı olduğunu ancak geri dönerken ters döndüğünü kaydetmiştir. Hipotezi tartışan katılımcılar farklı değerlendirmeler yapmıştır. K3 gönderilen atmanın geri dönerken genliğinin bir miktar azaldığını ve şeklinin de biraz değiştiğini söylemiştir. Yani hipotezin doğrulanmadığını ima etmiştir. Oysa K4, hipotezin doğrulandığını belirtmiş ve atmanın hızı ve şeklinin aynı olduğunu ancak diğer uca çarpıp ger döndüğünde ters döndüğünü söylemektedir.

Katılımcıların ilgili denemenin amacını tam olarak kavrayamadıkları söylenebilir. Çünkü yayda ilerleyen atma yerine yansıyan atmayı gözlemlemişlerdir.

İkinci olarak “yayda ilerleyen atmaların hızı şekil ve büyüklüğüne bağlıdır” hipotezinin test edilmesi istenmiştir. Bu hipotez, “Genlik” ve “Yayılma Hızı” kavramlarına yöneliktir. Katılımcılar, iki farklı yay kullandıklarını not etmişlerdir. Sonuç olarak da, kısa olan yayda atmaların daha hızlı, uzun olan yayda daha yavaş ilerlediğini kaydetmişlerdir. Buna bağlı olarak da hipotezin doğrulandığını düşünmektedirler. Ancak K3 yine açık biçimde ifade etmemiş, deney sonucunu yinelemiştir.

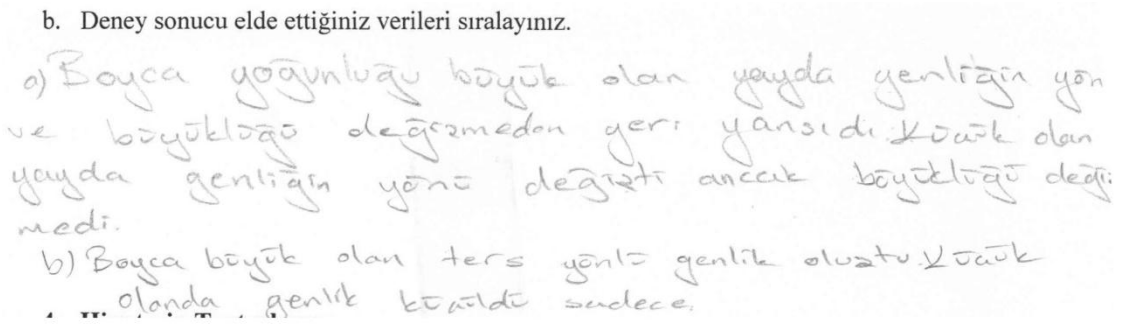
Katılımcıların ilgili denemenin amacını kavrayamadıkları söylenebilir. Çünkü aynı yayda genliğin farklı olması durumunu incelemek yerine, farklı yayları farklı miktarda gererek yayda ilerleyen atmaları gözlemlemişlerdir.

Üçüncü olarak “yayda ilerleyen atmanın hızı yayı geren kuvvet arttıkça artar” hipotezinin test edilmesi istenmiştir. Bu hipotez, “Yayı Geren Kuvvet” ve “Yayılma Hızı” kavramlarına yöneliktir. Bu amaçla katılımcılar, bir yayı farklı kuvvetlerle germiş ve atmalar oluşturmuştur. Sonuç olarak daha fazla gerilen yaylarda oluşan atmaların daha hızlı ilerlediğini gözlemlemiş ve bunu kaydetmişlerdir. Böylece hipotezi doğrulamışlardır. Ancak K3 yine açık biçimde ifade etmemiş, deney sonucunu yinelemiştir.

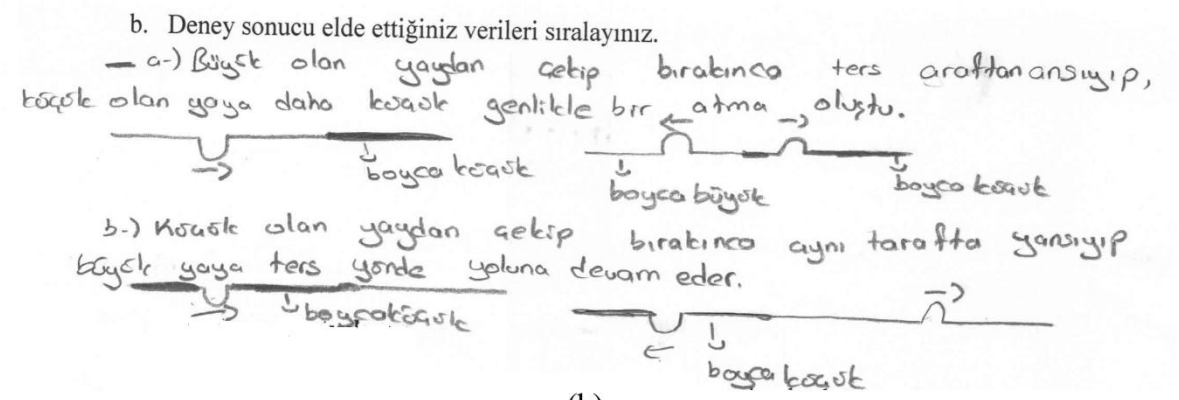
Dördüncü olarak “iki atmanın genlikleri toplamı bileşke atmanın genliğine eşittir” hipotezinin test edilmesi istenmiştir. Bu hipotez, “Üst Üste Binme”, “Faz Farkı” ve “Genlik” kavramlarına yöneliktir. Katılımcılar, aynı yayın iki ucundan eşit genlikli iki atmayı aynı yönlü ve zıt yönlü olacak şekilde göndermiş ve karşılaştıkları noktadaki genliği gözlemlemişlerdir. Sonuç olarak, her iki katılımcı da, aynı yönde gönderilen atmaların birbirlerini destekleyerek bileşke atma büyüklüğünde genliğe sahip olduğunu, zıt yönde gönderilenlerin ise birbirini sönümlediğini not etmişlerdir. Ancak hipotezi değerlendirirken, K3 aynı taraftan gönderilen atmaların bileşkesinin daha çok, zıt yönden gönderilenlerin daha az olduğunu söylemiştir. Yani hipotezin doğrulanıp doğrulanmadığına ilişkin bir bilgi vermemiştir. K3’ün bileşke atma kavramını tam olarak kavrayamadığı düşünülebilir. K4 ise hipotezin doğrulandığını açık biçimde belirtmiş ve açıklamıştır.

Beşinci olarak, iki parçadan oluşan bir hipotez verilmiştir. “Boyca yoğunluğu büyük olan yaydan küçük olan yaya gönderilen atma ikiye ayrılarak, hem genliği zıt yönde ve aynı büyüklükte olacak şekilde geri yansır hem de diğer yayda, genliğinde ve yönünde bir değişiklik olmadan ilerler” yargısı hipotezin ilk bölümüdür. “Boyca yoğunluğu küçük olan yaydan büyük olan yaya gönderilen atma ikiye ayrılarak, hem genliği aynı yönde ve aynı

büyüklükte olacak şekilde geri yansır hem de diğer yayda, genliğinde ve yönünde bir değişiklik olmadan ilerler" yargısı ise hipotezin ikinci bölümüdür. Bu hipotez, "Üst Üste Binme", "Faz Farkı", "Ortam yoğunluğu", "Yansıma" ve "Genlik" kavramlarına yöneliktir. Bu amaçla katılımcılar, farklı yoğunluklarda iki yay kullanmışlardır. Yayların ikisinden de sırayla atmalar göndererek deneme yapmışlardır. İlgili denemelerin sonuçları ile ilgili katılımcıların aldıkları notlar Şekil 12'de verilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 12. K3 ve K4'ün beşinci hipotez için deneme sonuçları. (a) K3'ün, (b) K4'ün notlarıdır.

K3 hipotezin iki kısmının da doğrulandığını belirtmiştir. K4 ise hipotezlerin doğrulanıp doğrulanmadığına ilişkin herhangi bir yanıt vermemiştir.

Altıncı ve son olarak "bir yayda ilerleyen dalga, serbest uçtan genliğinin yönü ve büyüklüğü değişmeyecek şekilde yansır" hipotezinin test edilmesi istenmiştir. Bu hipotez, "Yansıma", "Faz Farkı" ve "Genlik" kavramlarına yöneliktir. Bunun için yayın bir ucuna ip geçirmiş ve serbest uç haline getirmiş, diğer ucundan da atma göndermişlerdir. Sonuç olarak her iki katılımcı da genliğin büyüklüğünün ve atmanın yönünün değişmediği biçiminde not düşmüştür. Her iki katılımcı da hipotezin doğrulandığını belirtmiştir.

3.3.2.4. LY2 ile Deney Yapan Katılımcıların D4 Raporlarının İncelenmesi

Bu deneye ait raporlarda, su dalgalarında girişim ile ilgili olarak "Kaynaklar Arası Uzaklık", "Frekans", "Yapıcı Girişim", "Yıkıcı Girişim" ve "Faz Farkı" kavramlarına ilişkin veri elde edilebilmiştir. Deneyin yapılış sürecinin, raporların incelenmesinden şöyle geliştiği anlaşılmıştır:

D4, su dalgalarında girişimi konu alan bir deneydir. D4 raporu incelendiğinde, ilk olarak bir girişim deseni üzerinde dalga katarı ve düğüm çizgileri gösterilmiş, bunların geçtiği noktalardaki girişimlerin nasıl olduğu sorulmuştur. Her iki katılımcı da tepe-çukur karşılaşmasını düğüm çizgisi olarak tanımlamış ve girişimin yıkıcı olduğunu söylemiş; tepe-tepe veya çukur-çukur karşılaşmasını ise dalga katarı olarak tanımlamış ve girişimin yapıcı olduğunu belirtmiştir. Bu aşamadan sonra hipotezlerin sınanmasına geçilmiştir. Söz konusu sorular, "Yapıcı Girişim" ve "Yıkıcı Girişim" kavramlarına yöneliktir.

İlk olarak "iki kaynaktan çıkan su dalgalarının oluşturduğu girişim deseninde oluşan düğüm çizgisi/dalga katarı sayısı, kaynaklar arasındaki mesafe arttıkça artar" hipotezinin test edilmesinin istendiği görülmektedir. Bu hipotez, "Kaynaklar Arası Uzaklık" kavramına yöneliktir. Bunun için, aynı dalga leğeninde kaynaklar arası uzaklığı değiştirerek her seferinde arada kalan dalga katarı ve düğüm çizgilerini saymışlardır. Her iki katılımcı da kaynaklar arasındaki uzaklık arttırıldığında dalga katarı ve düğüm çizgisi sayısının arttığını sonuç olarak kaydetmişlerdir. Ardından da hipotezin doğrulandığını sonuçla birlikte belirtmişlerdir.

İkinci olarak "iki kaynaktan çıkan su dalgalarının oluşturduğu girişim deseninde oluşan düğüm çizgisi/dalga katarı sayısı, frekans arttıkça artar" hipotezinin test edilmesinin istendiği görülmektedir. Bu hipotez, "Frekans" kavramına yöneliktir. Ancak bu hipotez, deney malzemelerinin amaca uygun olmaması yüzünden gerçekleştirilememiştir. Bu nedenle deney raporlarında ilgili kısım boş bırakılmıştır.

Üçüncü ve son olarak, "faz farkı arttıkça düğüm çizgileri geciken kaynağa doğru kayar" ve "faz farkı arttıkça düğüm çizgileri sayısı artar" şeklinde iki kısımdan oluşan bir hipotezin sınanmasının istendiği görülmektedir. Bu hipotez, "Faz Farkı" kavramına yöneliktir. Bu deneme için farklı bir dalga leğeni kullanılmıştır. Katılımcılar, faz farkı varken düğüm çizgilerinin sayısının arttığını ve geciken kaynağa doğru kaydığını sonuç olarak not etmişlerdir. Ancak düğüm çizgilerinin sayısını önceki durumla kıyaslama olanağı yoktur. Bu

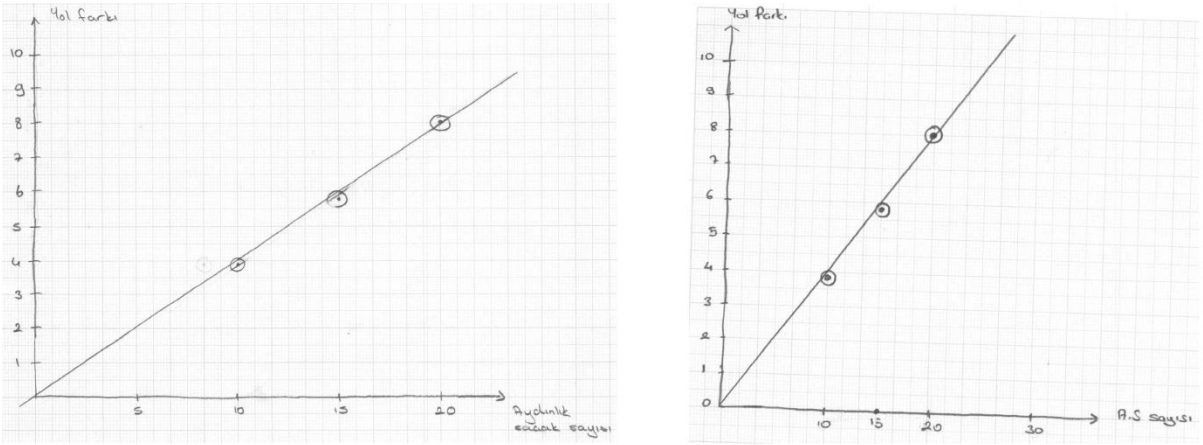
nedenle bunu gözlemleyememiş, yorumlamışlardır denebilir. Son olarak hipotezin doğrulandığını belirtmişlerdir.

3.3.2.5. LY2 ile Deney Yapan Katılımcıların D5 Raporlarının İncelenmesi

Bu deneye ait raporlarda, su dalgalarında girişim ile ilgili olarak "Yol Farkı", "Dalga Boyu" ve "Saçak Sayısı" kavramlarına ilişkin veri elde edilebilmiştir. Deneyin yapılış sürecinin, raporların incelenmesinden şöyle geliştiği anlaşılmıştır:

D5, ışıkta girişimi konu alan bir deneydir. D5 deney kılavuzunda ilk olarak Michelson-Morley Deneyi'nden söz edilmiş, deney düzeneği tanıtılmıştır.

Katılımcılardan "ekrana düşen ışıkların aldıkları yollar arasındaki fark, ekran üzerindeki herhangi bir noktadan geçen aydınlık saçak sayısı ile ters orantılıdır" hipotezini test etmeleri istenmiştir. Bu hipotez, "Yol Farkı" ve "Saçak Sayısı" kavramları ile ilgilidir. Katılımcıların ikisi de, iki farklı yol alarak gelen ışınları üst üste çakıştırmakta zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Yol farkını değiştirerek aydınlık ve karanlık saçakları saydıklarını belirtmişlerdir. Her iki katılımcı da, deney sırasında ışık kaynağının dalga boyunu ve ekran ile düzenek arasındaki uzaklığı kontrol edilen değişken olarak; yol frakını bağımlı değişken olarak; aydınlık saçak sayısını ise bağımsız değişken olarak kaydetmişlerdir. Alınan verilerden birer grafik çizmişlerdir. İlgili grafikler Şekil 13'te görülmektedir.



(a) (b)

Şekil 13. K3 ve K4'ün çizdikleri grafikler. (a) K3'ün, (b) K4'ün grafiğidir.

Her iki katılımcının da çizdikleri grafikler benzerlik göstermektedir. İkisi de doğru orantı grafiğidir. Zaten her iki katılımcı da hipotezin doğrulanmadığını, yol farkı ile aydınlık saçak sayısının doğru orantılı olduğunu belirtmişlerdir.

Katılımcılar, deney kılavuzunda yer alan soruları yanıtlamışlardır. İlk olarak, kaynağın dalga boyunun hesaplanması istenmiştir. Bu soru, "Dalga Boyu" kavramı ile ilgilidir. İki katılımcı da yaptıkları üç deneme için ayrı ayrı hesap yapmış ve ortalamalarını almıştır. Oysa kendilerinden beklenen grafikten yararlanmalarıdır.

Bir başka soru olarak, bu deney göz önünde bulundurulduğunda, ışığın dalga mı yoksa parçacık mı olduğu sorulmuştur. Her iki katılımcı da bu deneyde ışığın dalga özelliğinin kullanıldığı yanıtını vermiştir.

3.3.3. LY3 ile Deney Yapan Katılımcıların Deney Raporlarının Analizi

Bu kısımda LY3 ile deney yapan K5 ve K6 katılımcılarının deney raporlarının incelenmesinden elde edilen bulgulara değinilmiştir.

3.3.3.1. LY3 ile Deney Yapan Katılımcıların D1 Raporlarının İncelenmesi

Bu deneye ait raporlarda, su dalgaları ile ilgili olarak "Yansıma" kavramına ilişkin veri elde edilebilmiştir. Deneyin yapılış sürecinin, raporların incelenmesinden şöyle geliştiği anlaşılmıştır:

D1, dalga leğeninde oluşturulan dalgaların özelliklerini konu alan bir deneydir. D1 raporu incelendiğinde, ilk olarak katılımcılara deney yazılı olarak açıklanmıştır. Deney sırasında katılımcılardan bir takım denemeler yapmaları ve sonuçları kaydetmeleri istenmiştir.

Öncelikle leğenin ortasına parmakla dokunarak dalga oluşturmuşlar ve şeklini not etmişlerdir. K5 bunun için "halkalar halinde ilerleyen şekil" ifadesini kullanırken, K6 "iç içe geçmiş halkalar" ifadesini kullanmıştır. K5 ilerlemeye vurgu yapmış, K6 yapmamıştır.

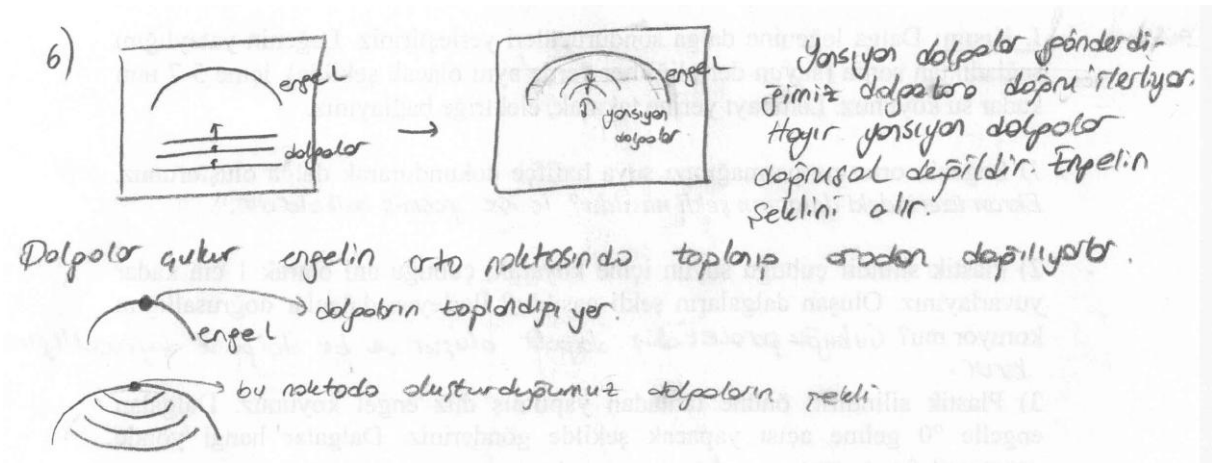
Daha sonra bir çubuk yardımıyla doğrusal dalgalar oluşturmuşlardır. Her iki katılımcı da, bu dalgaların doğrusallığını koruduğunu ve çubuğun şeklinde ve ona paralel olduğunu belirtmişlerdir.

Üçüncü olarak sıfır gelme açısı ile gönderilen dalgaların yansımasını izlemişlerdir. Bununla ilgili olarak, her iki katılımcı da gelen doğrusal dalga ile tam ters yönde bir yansıma olduğunu not etmişlerdir. Bu deneme "Yansıma" kavramı ile ilgilidir.

Dördüncü olarak, açılı bir engelden yansıyan doğrusal dalgaları incelemişlerdir. Bu deneme "Yansıma" kavramı ile ilgilidir. Her iki katılımcı da gelen ve yansıyan dalgaların normalle yaptıkları açıların eşit olduğunu not etmelerine karşın, her ikisi de yansıyan dalganın doğrusal olmadığını ileri sürmüşlerdir. Burada katılımcılar, doğrusallıktaki küçük bozulmalar nedeniyle bu yanıtı vermiş veya doğrusallık kavramını farklı algılamış olabilirler. Ancak deneme ile ilgili yaptıkları çizimlerde yansıyan dalgayı da gelen dalgayı da doğrusal çizmişlerdir.

Beşinci olarak, bir engele noktasal kaynaktan gelen su dalgalarını göndermiş ve yansıyan dalgaları gözlemlemişlerdir. Bu deneme "Yansıma" kavramı ile ilgilidir. K5, halkalar halinde ilerleyen dalganın engele takılan bölümlerinin ilerlemediğini not etmiştir. Dalganın engelde kesilmiş olduğunu ifade etmektedir. K6 ise, engele takılan dalgaların yansıyarak geri döndüğünü belirtmiş ve şeklini çizmiştir. K6'nın çizimi, uygun bir çizimdir.

Altıncı olarak, çukur bir engele gönderilen doğrusal kaynaktan gelen dalgaların hareketini ve ardından da odaktan gönderilen noktasal kaynaktan gönderilen dalgaların hareketini gözlemlemişlerdir. Bu deneme de "Yansıma" kavramı ile ilgilidir. Her iki katılımcı da doğrusal kaynaktan gelen dalgaların, çukur engelin şeklini alarak, eğrisel olarak yansıdığını belirtmişlerdir. Ancak her ikisi de dalgaların toplanma noktasını doğru belirleyememiş, dalgaların engelin üzerinde ve orta noktasında toplandığını ileri sürmüşlerdir. Buradan noktasal kaynak ile gönderdikleri atmalar da dairesel olarak ilerlemiştir. Söz onuşu deneme ile ilgili çizimlerden örnekler Şekil 14'te görülmektedir. K5 ve K6'nın çizimleri ve yorumları benzerdir.



Şekil 14. K6'nın çukur engelden yansıyan dalgalarla ilgili yorumları ve çizimleri.

Yedinci olarak, tümsek bir engele gönderilen doğrusal kaynaktan gelen dalgaların hareketini gözlemlemişlerdir. Bu deneme de "Yansıma" kavramı ile ilgilidir. Her iki katılımcı da doğrusal kaynaktan gelen dalgaların, tümsek engelin şeklini alarak, eğrisel ve yayılan şekilde yansıdığını çizmişlerdir.

Sekizinci ve son olarak, çukur ve tümsek engele çeşitli noktalardan gönderilen dairesel dalgaların şekillerini incelemeleri istenmiş, bunları çukur ve tümsek aynalardaki görüntü özellikleri ile karşılaştırmaları istenmiştir. K5, her iki engelden de yansıyan dalgaların tümsek biçimde olduğunu, yani dairesel ve yayılan şekilde olduğunu belirtmiştir. K6 ise, tümsek engelden yansıyan tüm dalgaların tümsek olduğunu, ancak çukur engelden yansıyanların uzaklığa bağlı olarak düzleşebildiklerini, engele yaklaştıkça düzleşmenin arttığını söylemektedir. K5 ve K6 farklı sonuçlar bulmuşlardır.

Deneyin sonunda, tüm bu denemelerden su dalgalarının yayılması ile ışığın hangi davranışlarının benzerlik gösterdiği sorulmuştur. K5, dalga modeline, doğrusal oluşuna, kırılmasına ve yansımasına benzediğini düşünmektedir. K6 ise, ışığın yansıması, kırılması ve dağılmasına benzediğini; yansıyan dalganın engelin şekline göre değiştiğini, yansıma ve gelme açıları arasındaki ilişkiyi ve dalgaların oluşturulduğu uzaklığın yansımanın şeklini değiştirdiğini ifade etmiştir.

3.3.3.2. LY3 ile Deney Yapan Katılımcıların D2 Raporlarının İncelenmesi

Bu deneye ait raporlarda, ip dalgaları ile ilgili olarak “Dalga Boyu”, “İğ”, “Yayılma Hızı”, “Kararlı Dalga”, “Ortam Yoğunluğu”, “İpi Geren Kuvvet” ve “Frekans” kavramlarına ilişkin veri elde edilebilmiştir. Deneyin yapılış sürecinin, raporların incelenmesinden şöyle geliştiği anlaşılmıştır:

D2, ipte oluşturulan dalgaların özelliklerini konu alan bir deneydir. D2 raporu incelendiğinde, ilk olarak katılımcılara deney ile ilgili olarak üç sorudan oluşan bir ön çalışma yaptırılmıştır. İlk soruda, frekans, dalga boyu, periyot ve yayılma hızı kavramlarını açıklamaları istenmiştir. İki katılımcı da bu soruya aynı yanıtı vermiştir. Frekans için “bir saniyedeki titreşim/hareket/dalga sayısı”, periyot için “hareketin/bir tam dalganın oluşma süresi”, dalga boyu için “λ”, yayılma hızı için ise “dalganın yayılırken sahip olduğu hız” yanıtlarını vermişlerdir. İkinci olarak boyuna, enine ve kararlı dalga kavramlarının açıklanması istenmiştir. K5 bu soruya yanıt vermezken; K6 enine dalgayı sağdan sola veya soldan sağa yayılan, boyuna dalgayı aşağıdan yukarıya veya yukarıdan aşağıya yayılan, kararlı dalgayı ise frekans ve yayılma hızını koruyabilen dalga olarak tanımlamıştır. Bu tanımların tamamı hatalıdır. Üçüncü olarak, kendilerinden ipte dalgaların yayılma hızı bağıntılarını çıkarmaları istenmiştir. Her iki katılımcı da bu soruya yanıt vermemiştir. Daha sonra kendilerine yazılı olarak deney düzeneği ve deneyin yapılışı anlatılmıştır.

Deneyin birinci kısmında, dalgaların yayılma hızının ipi geren kuvvete bağlılığını araştırmışlardır. Dalganın yayılma hızını hem bağıntı yoluyla hem de deney yoluyla bulmaları ve bunları karşılaştırmaları istenmiştir. Hesap ve deney arasında yaklaşık iki katlık fark bulmuşlardır.

Deneyin ikinci kısmında, dalgaların yayılma hızının ipin boyca yoğunluğuna bağlılığını araştırmışlardır. İp tek kat, iki kat ve üç katlı iken aynı gerginlikte iple denemeler yapmışlardır. Dalganın yayılma hızını hem bağıntı yoluyla hem de deney yoluyla bulmaları ve bunları karşılaştırmaları istenmiştir. Hesap ve deneyle buldukları değerler çok farklı çıkmıştır.

Deneyin üçüncü kısmında, bilinmeyen bir diyapazonun frekansının bilinen diyapazonun frekansı yardımıyla bulunması istenmiştir. Ancak katılımcılar bunun yerine, deneyde kullandıkları diyapazonun frekansını hesap ile bulmuşlardır. Bir çeşit sağlama yapmışlardır. Bu durum, katılımcıların deneyin bu kısmını anlamadıkları şeklinde yorumlanabilir.

3.3.3.3. LY3 ile Deney Yapan Katılımcıların D3 Raporlarının İncelenmesi

Bu deneye ait raporlarda, yay dalgaları ile ilgili olarak "Üst Üste Binme", "Genlik", "Faz Farkı", "Yayılma Hızı", "Yansıma", "Yayı Geren Kuvvet" ve "Ortam Yoğunluğu" kavramlarına ilişkin veri elde edilebilmiştir. Deneyin yapılış sürecinin, raporların incelenmesinden şöyle geliştiği anlaşılmıştır:

D3, yayda oluşturulan dalgaların özelliklerini konu alan bir deneydir. D3 raporu incelendiğinde, ilk olarak katılımcılara bir takım ön bilgilerin ve deneyin yapılışının yazılı olarak açıklandığı görülmektedir. Deney sırasında katılımcılardan bir takım denemeler yapmaları ve sonuçları kaydetmeleri istenmiştir.

İlk olarak, ilerleyen atmanın yay boyunca şeklinin ve hızının değişip değişmediği, hangi şartlarda bunların sabit kaldığı sorulmuştur. Yaptığı denemelerden sonra, K5 atmanın hızının giderek azaldığını ve söndüğünü, ideal ortamlarda sabit kaldığını kabul edebileceğini söylemiştir. K6 ise, genliğin giderek küçüldüğünü ve sönümlendiğini ancak hızının değişmediğini düşünmektedir.

İkinci olarak, çeşitli genliklerde ve şekillerde atmalar göndererek atmanın genliği ve şekli ile hızı arasında bir ilişki olup olmadığının incelenmesi istenmiştir. Ölçüm yapmaları istenmiştir. K5, atmanın genliği arttıkça hızının da arttığını düşünmektedir. K6 ise, atmanın büyüklüğü değişse de hızının aynı kaldığını söylemiştir.

Üçüncü olarak yayın gerginliği ile yayılma hızı arasında ilişkinin gözlemlenmesi istenmiştir. K5 yayılma hızının değiştiğini düşünmektedir, ancak yaptığı ölçümle bunu doğrulayamadığı için aralarında bir ilişki olmadığını belirtmiştir. K6 ise gerginliği daha çok olan yayda yayılma hızının daha çok olduğunu not etmiştir.

Dördüncü olarak, bir yayın iki ucundan gönderilen aynı yönlü ve zıt yönlü özdeş atmaların üst üste binmesi durumunda genliğin ne olacağının gözlemlenmesi istenmiştir. Her iki katılımcı da, aynı yönde gönderilen atmaların birbirini destekleyip iki katı büyüklüğe ulaştığını, ancak zıt yönlü olanların birbirini sönümlendirdiğini not etmişledir.

Beşinci olarak, farklı yoğunluktaki iki yayı birbirine bağlayarak, birinden atma gönderilip geçen ve varsa yansıyan atmaları incelemeleri istenmiştir. Daha sonra da diğer yaydan atma göndererek deneyin tekrarlanması istenmiştir. K5 atmaların farklı yaya gelince yayılma hızlarının değiştiğini belirtmiştir. K6 ise, sert yaydan ince yaya gönderilen atmanın

büyüklüğünün yarıya indiğini ve yayılma hızının azaldığını ve ters döndüğünü not almıştır. Ancak aynı notu, ince yaydan sert yaya geçerken gözlemlediği atma için de almış, yalnızca yayılma hızının arttığını belirtmiştir.

Son olarak, yayın bir ucunu ipe bağlayarak serbest uç yapıp, diğer ucundan atma gönderilmesi; sabit yaydaki durumla karşılaştırılması istenmiştir. K5 hem sabit hem de hareketli uçta dalganın ters dönmeden geldiğini ve hızının zamanla azaldığını belirtmiştir. K6 ise, serbest uçta atmanın geldiği gibi geri döndüğünü, sabit uçta ise ters döndüğünü not etmiştir.

3.3.3.4. LY3 ile Deney Yapan Katılımcıların D4 Raporlarının İncelenmesi

Bu deneye ait raporlarda, su dalgalarında girişim ile ilgili olarak "Kaynaklar Arası Uzaklık", "Frekans", "Yapıcı Girişim", "Yıkıcı Girişim" ve "Faz Farkı" kavramlarına ilişkin veri elde edilebilmiştir. Deneyin yapılış sürecinin, raporların incelenmesinden şöyle geliştiği anlaşılmıştır:

D4, su dalgalarında girişimi konu alan bir deneydir. D4 raporu incelendiğinde, ilk olarak bir girişim deseni üzerinde dalga katarı ve düğüm çizgileri gösterilmiş, bunların geçtiği noktalardaki girişimlerin nasıl olduğu sorulmuştur. Her iki katılımcı da tepe-çukur karşılaşmasını düğüm çizgisi olarak tanımlamış ve girişimin yıkıcı olduğunu söylemiş; tepe-tepe veya çukur-çukur karşılaşmasını ise dalga katarı olarak tanımlamış ve girişimin yapıcı olduğunu belirtmiştir. Bu aşamadan sonra hipotezlerin sınanmasına geçilmiştir. Söz konusu sorular, "Yapıcı Girişim" ve "Yıkıcı Girişim" kavramlarına yöneliktir.

İlk olarak iki kaynaktan çıkan su dalgalarının oluşturduğu girişim deseninde oluşan düğüm çizgisi sayısının, kaynaklar arasındaki uzaklıkla ilişkisinin gözlemlenmesi istenmiştir. Bu kısım, "Kaynaklar Arası Uzaklık" kavramına yöneliktir. Bunun için, aynı dalga leğeninde kaynaklar arası uzaklığı değiştirerek her seferinde arada kalan dalga katarı ve düğüm çizgilerini saymışlardır. Her iki katılımcı da kaynaklar arasındaki uzaklık arttırıldığında düğüm çizgisi sayısının arttığını sonuç olarak kaydetmişlerdir. K6, ek olarak, kaynaklar arası uzaklık arttığında tepe ve çukur sayısının arttığını, düğüm çizgilerinin sayısının da bu nedenle arttığını belirtmiştir.

İkinci olarak iki kaynaktan çıkan su dalgalarının oluşturduğu girişim deseninde oluşan düğüm çizgisi sayısı ile frekans arasındaki ilişkinin gözlemlenmesinin istendiği

görülmektedir. Bu kısım, “Frekans” kavramına yöneliktir. Kaynağı oluşturan motora verilen gerilimini arttırarak frekansı arttırmışlardır. Her iki katılımcı da frekans arttığında düğüm çizgisi sayısının arttığını not etmişlerdir.

Üçüncü ve son olarak, faz farkı arttıkça düğüm çizgilerinin sayısı ve desenin şeklinin nasıl etkilendiğini gözlemeleri istenmiştir. Bu kısım, “Faz Farkı” kavramına yöneliktir. Bu deneme için farklı bir dalga leğeni kullanılmıştır. Katılımcılar, faz farkı varken düğüm çizgilerinin sayısının arttığını ve geciken kaynağa doğru kaydığını sonuç olarak not etmişlerdir. Ancak düğüm çizgilerinin sayısını önceki durumla kıyaslama olanağı yoktur. Bu nedenle bunu gözlemleyememiş, yorumlamışlardır denebilir.

3.3.3.5. LY3 ile Deney Yapan Katılımcıların D5 Raporlarının İncelenmesi

Bu deneye ait raporlarda, su dalgalarında girişim ile ilgili olarak “Yol Farkı”, “Dalga Boyu” ve “Saçak Sayısı” kavramlarına ilişkin veri elde edilebilmiştir. Deneyin yapılış sürecinin, raporların incelenmesinden şöyle geliştiği anlaşılmıştır:

D5, ışıkta girişimi konu alan bir deneydir. D5 deney kılavuzunda ilk olarak Michelson-Morley Deneyi’nden söz edilmiş, deney düzeneği tanıtılmıştır.

Katılımcılardan ekrana düşen ışıkların aldıkları yollar arasındaki farkın, ekran üzerindeki herhangi bir noktadan geçen aydınlık saçak sayısı ile ilişkisini bulmaları istenmiştir. Bu kısım, “Yol Farkı”, “Dalga Boyu” ve “Saçak Sayısı” kavramları ile ilgilidir. Yol farkını değiştirerek aydınlık veya karanlık saçakları saydıklarını belirtmişlerdir. 10, 15 ve 20 saçağa göre yol farkını ölçüp tabloya yazmışlardır. Buradan dalga boylarını bağıntı yardımıyla hesaplayıp, ortalamalarını bulmuşlardır. Hata hesabı yapmışlar ve %11,5 oranda hata payları olduğunu belirtmişlerdir.

Katılımcılara daha sonra deney kılavuzunda üç soru yöneltilmiştir. İlk olarak, Michelson İnterferometresinin bilim tarihinde ne amaçla kullanıldığı sorulmuştur. Her iki katılımcı da bilmediklerini not etmişlerdir. İkinci olarak, bu düzeneğin hassas uzaklık ölçümünde kullanılıp kullanılmayacağı, kullanılabilirse nasıl kullanılacağı sorulmuştur. Her iki katılımcı da kendilerine verilen bağıntıda yol farkı ifadesini çekerek bunun kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Son olarak, deneyde kırmızı yerine yeşil ışık kullanılsaydı, desende bir değişiklik olup olmayacağı, olursa nasıl olacağı sorulmuştur. K5, desende bir değişiklik olabileceğini, ancak şekil hakkında fikri olmadığını, yeşil ışığın dalga boyu daha

küçük olduğundan d uzaklığı (yol farkı) ve m sayısının (saçak sayısı) değişeceğini söylemiştir. K6 ise desende değişiklik olacağını, dalga boyu değiştiği için, orantılı olarak d'nin (yol farkı) de değişeceğini belirtmiştir.

Her iki katılımcı da, deney kılavuzunun sonunda bulunan sonuç ve yorum yazılması için ayrılan bölüme herhangi bir şey yazmamıştır.

4. SONUÇLAR

4.1. Dalgaların Genel Özellikleri ile İlgili Sonuçlar

Genel sonuçlara göre LY1 ve LY2 ye göre deneylerini yapmış olan iki katılımcıdan birinin puanında artış olmuş, diğerlerinde ise azalma meydan gelmiştir. LY3 ile deneylerini yapan katılımcıların ikisinin de puanları artmıştır. Yani düşüş gözlenen yalnızca iki katılımcı olup geri kalan dört katılımcının puanlarında artış gerçekleşmiştir. Her bir yaklaşıma ait grup ortalaması dikkate alındığında ise LY3'ün öğrencilerin dalgaların genel özellikleri konusundaki kavramsal değişime katkısı dikkate değer olduğu görülmüştür. LY3'deki K5 için kavramsal değişimlerin beşi olumlu, üçü olumsuz ve altısı da nötrdür. K6 için ise, yedisi olumlu, altısı olumsuz ve yedisi nötrdür. Grup ortalamalarına göre LY1'in kavramsal değişime katkısı olmamış olarak tespit edilmiş, LY2'nin ise negatif yönde katkı sağladığı belirlenmiştir. LY2'deki K3 için değişimlerin dördü olumlu, 10'u olumsuz ve üçü de nötrdür. K4 için ise, beşi olumlu ve sekizi nötrdür. Fakat dikkat edilmesi gereken şudur ki, K4'ün ön test ve son test puanları arasında 3 puanlık bir artış bulunmasına karşın, K3'ün kinde 4 puanlık azalma vardır. LY1'deki K1 için değişimlerin dördü olumlu, yedisi olumsuz ve yedisi de nötrdür. K2 için ise, altısı olumlu, üçü olumsuz ve üçü nötrdür. K1'in puanları arasında 3 puanlık azalmaya karşın, K2'ninkinde 3 puanlık artış vardır.

4.2. Dalgaların Girişimi ile İlgili Sonuçlar

Yaklaşımlardan LY1 ve LY2 ile deneylerini yapmış olan birer katılımcı dışında tüm katılımcıların puanlarında artış olmuştur. LY1 ile deneylerini yapmış olan bir katılımcının puanı değişmezken, LY2 ile deney yapmış olan bir katılımcının puanı azalmıştır. Grup ortalamaları dikkate alındığında en fazla LY3'ün kavramsal değişime katkı sağladığı ve bunu LY1'in takip ettiği görülmüştür. Grup ortalamalarına göre LY2'nin değerinde değişiklik

olmamıştır. K1 için kavramsal değişimlerin değişimlerin ikisi olumlu, ikisi olumsuzdur. K2 için ise, altısı yani tamamı olumludur. K1'de hiç nötr değişim; K2'de ise hiç olumsuz veya nötr değişim olmamıştır. K3 değişimlerin ikisi olumlu, altısı olumsuz ve ikisi de nötrdür. K4 için ise, yedisi olumlu, üçü olumsuz ve biri nötrdür. K5 için değişimlerin altısı olumlu ve dördü de nötrdür. K5'in değişimlerinden hiçbiri olumsuz değildir. K6 için ise, beşi olumlu, ikisi olumsuz ve biri nötrdür.

Dalgaların genel özellikleri ve dalgaların girişimi ile ilgili istatistiksel sonuçlar hipotez test etme, 5E modeli ve geleneksel doğrulama yaklaşımlarının farklı öğrencilerde farklı değişimlere yol açtığı söylenebilir. Fakat bu değişimler istatistiksel olarak çoğunlukla öğrencilerin kavramsal değişimlerini olumlu yönde arttıracak yönde de olsa da bazı öğrencilerin ortalama puanlarının düştüğünü de gözden kaçırmamak gerekir. Bununla birlikte yapılan mülakatlardan elde edilen veriler, istatistiksel olarak başarılı görünen öğrencilerinde kavramlarının tam yerine oturmadığını göstermektedir. Şöyle ki, öğrencilerin bazıları uygulamalardan sonra bile hala dalganın genel özelliklerinden dalga boyu, frekans, periyot, genlik gibi temel kavramlar ve bunlara etki eden faktörlerin neler olduğu konusunda fiziksel anlamda yeterli düzeyde cevap verememektedir. Aslında mülakatlar sırasında edinilen izlenimlere göre dalgalar konusu öğrencilere pek yakın gelmemektedir. Öğrencilerin her ne kadar bu konu ile ilgili tutumları belirlenmese de mülakatlarda hissedilen öğrenci tutumları bu yönde olmuştur. Bu yönü ile öğrencilerin dalgalar dersini alırken öğreticilerin bunu dikkate alarak öğretim içeriği konusunda özel düzenlemeler yapmaları gerekebilir. Araştırmamız kapsamındaki deneyler yıllardır yaptırılan deneylerden seçilmiş olması yaşanılan güçlüklerinde süregelen güçlükler olduğu düşünülebilir.

5. KAYNAKLAR

Ayas, P. A. Fen Bilgisi Öğretiminde Laboratuar Kullanımı https://www.anadolu.edu.tr /aos/kitap/IOLTP/2283/unite07.pdf (Erişim Mart, 2011)

Bogdan, R. C. & Biklen, S. K. (1992). Qualitative Research for Education: An Introduction to Theory and Methods, Second Edition, Boston: Allyn and Bacon.

Caleon, I. S. & Subramaniam, R. (2010). Do Students Know What They Know and What They Don't Know? Using a Four-Tier Diagnostic Test to Assess the Nature of Students' Alternative Conceptions. Res Sci Educ (2010) 40:313–337

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.

Grounlund, N. E. (1998). Assessment of Student Achievement. Allyn & Bacon.

Güven-Der, Fizik 3, Güven-Der Yayınları, 1997.

Kehoe, J. (1995). ERIC/AE Digest Series EDO-TM-95-11.

Li, Qiaowu (2002) Examining The Effectiveness Of Interactivity In A 3-Dimensional Web-Based Tutorial On Interference Phenomenon, A Thesis Submitted To The Faculty Of Mississippi State University in Partial Fulfillment Of The Requirements For The Degree Of Master Of Science in Physics in The Department Of Physics And Astronomy Mississippi State, Mississippi, May 2002.

Mazur E. (1997a) ConcepTest, Peer Instruction: A User's Manual, Prentice Hall.

Mazur E. (1997b) Reading Quizes, Peer Instruction: A User's Manual, Prentice Hall.

Patton, M. Q. (1990). Qualitative Research and Evaluation Methods. Second Edition, Newbury Park: Sage.

Roedel, J. R.; El-Ghazaly, S.; Rhoads T. R. & El-Sharawy E. (1998) The Wave Concept Inventory: An Assessment Tool for Courses in Electromagnetic Engeneering. Frontiers in Education Conference, Nov. 4-7, Tempe, Arizona, USA.

Spector, P. E. (1992). Summated Rating Scale Construction An Introduction. Newbury Park: Sage Publications.

Yin, R. Y. (1984). Case Study Research. Desing and Methods. Second Edition, Thousand Oaks: Sage Publication.