

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

**BAĞLAM TEMELLİ YAKLAŞIMLA ORTAÖĞRETİM 9. SINIF ENERJİ
ÜNİTESİNE YÖNELİK 5E MODELİNE UYGUN DERS MATERYALLERİNİN
GELİŞTİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

Ahmet TEKBIYIK

**NİSAN 2010
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

**BAĞLAM TEMELLİ YAKLAŞIMLA ORTAÖĞRETİM 9. SINIF ENERJİ
ÜNİTESİNE YÖNELİK 5E MODELİNE UYGUN DERS MATERYALLERİNİN
GELİŞTİRİLMESİ**

Ahmet TEKBIYIK

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"Doktor (Fizik Eğitimi)"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 15.03.2010
Tez Savunma Tarihi : 12.04.2010**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ali Rıza AKDENİZ
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Salih ÇEPNİ
Jüri Üyesi : Yrd.Doç.Dr. Ayşegül SAĞLAM ARSLAN
Jüri Üyesi : Yrd.Doç.Dr. Nedim ALEV
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Bilal GÜNEŞ**

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU

Trabzon 2010

ÖNSÖZ

Toplumların, çağın gereklilikleri doğrultusunda hem gelişmesi hem de değişerek varlığını sürdürmesinde, eğitim en temel yapı taşlarından biri olarak görülmektedir. Bilimsel bilgilerin katlanarak arttığı ve tüm toplumlarda hızla yayıldığı günümüzde, bilgi toplumunun gerektirdiği; eleştirel düşünen, araştıran, sorgulayan, bilgisini kendisi ve toplumu için doğru amaçlarla kullanan bireylerin yetiştirilmesi, nitelikli eğitim-öğretim faaliyetleriyle mümkün olabilmektedir. Ülkemizde gerçekleştirilen öğretim programı değişimleri, bilgi toplumu olma yolunda atılan önemli adımlar arasında yer almaktadır. Bu bağlamda, yenilenen Fizik Dersi Öğretim Programı'nın, gerektirdiği yaklaşımlara göre uygulanabilmesine katkı sağlayabileceği öngörülen bu çalışmada, Enerji konusuna yönelik, bağlam temelli yaklaşımla, 5E öğretim modeline uygun öğrenci ve öğretmen ders materyallerinin geliştirilmesi ve öğrenciler üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmalarım süresince danışmanlığımı üstlenerek, bana her türlü yardımı ve desteği veren değerli hocam, sayın Prof. Dr. Ali Rıza AKDENİZ' Bey'e sonsuz şükranlarımı sunarım.

Görüş ve önerileriyle çalışmama katkı sağlayan kıymetli hocalarım, sayın Prof. Dr. Salih ÇEPNİ ve sayın Yrd. Doç. Dr. Ayşegül SAĞLAM ARSLAN'a teşekkürlerimi sunarım. Çalışmamın uygulama aşamasında bana her türlü yardımı gösteren katılımcı fizik öğretmenlerine, öğrencilere ve öğretim elemanlarına ayrıca teşekkür ederim.

Maddi ve manevi destekleriyle beni bu günlere getiren ve her zaman yanımda olan; başta Annem ve Babam olmak üzere çok değerli aileme minnet ve şükranlarımı sunarım. Son olarak, benimle birlikte bu kritik sürecin her aşamasını yaşayan ve bana her zaman destek olan kıymetli eşim Burcu TEKBIYIK'a ve moral kaynağım, sevgili oğlum Kayra Emir'e teşekkürü bir borç bilirim.

Ahmet TEKBIYIK
Trabzon 2010

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	IX
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.2. 2007 Fizik Dersi Öğretim Programının Temel Yapısı	3
1.2.1. Programın Öğrenme Yaklaşımı	4
1.2.1.1. Bağlam Temelli Yaklaşım	5
1.3. Bağlamsal Yapılandırıcılık	9
1.4. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi.....	11
1.5. Araştırmanın Problemi.....	13
1.6. Araştırmanın Amacı.....	14
1.7. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	14
1.8. Araştırmanın Varsayımları	15
1.9. Konuyla İlgili Literatür.....	15
1.9.1. 5E Öğretim Modeli ve Kullanıldığı Çalışmalar.....	15
1.9.2. Bağlam Temelli Yaklaşımın Kullanıldığı Çalışmalar	25
1.9.3. Enerji Kavramı ve Enerji Konusunda Yapılan Çalışmalar.....	31
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	42
2.1. Araştırmanın Tasarlanması	42
2.2. Araştırmanın Yöntemi	45
2.3. İdari Düzenlemeler	46
2.4. Örneklem Seçimi	46
2.5. Veri Toplama Araçları	49
2.5.1. Enerji Ünitesi Kavramsal Başarı Testi	49
2.5.1.1. Enerji Ünitesi Kavramsal Başarı Testinin Geliştirilmesi.....	49

	<u>Sayfa No</u>
2.5.1.2. Enerji Ünitesi Kavramsal Başarı Testinin Pilot Uygulaması	52
2.5.2. Fizik Tutum Ölçeği.....	54
2.5.2.1. Fizik Tutum Ölçeğinin Geliştirilme Süreci	54
2.5.2.2. Fizik Tutum Ölçeğinin Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması.....	55
2.5.3. Gözlem.....	60
2.5.4. Öğretmen ve Öğrenci Mülakatları	61
2.6. Öğretim Materyallerinin Geliştirilmesi	61
2.6.1. Geliştirilen Materyalin Ön Değerlendirmesi	65
2.7. Öğretmen Eğitimi	67
2.8. Materyallerin Pilot Uygulaması.....	68
2.9. Asıl Uygulamaların Yapılması	69
2.10. Öğrenci Ders Materyali ve Öğretmen Kılavuzundan Bir Uygulama Örneği: “Enerjimizin Tamamı İşe Yarar Mı?”	72
2.10.1. “Enerjimizin Tamamı İşe Yarar Mı?” Etkinliği Girme ve Keşfetme Basamağı.....	72
2.10.2. “Enerjimizin Tamamı İşe Yarar Mı?” Etkinliği Açıklama ve Derinleştirme Basamağı.....	74
2.10.3. “Enerjimizin Tamamı İşe Yarar Mı?” Etkinliği Değerlendirme Basamağı.....	76
2.11. Verilerin Analizi	77
2.11.1. Enerji Ünitesi Kavramsal Başarı Testinden Elde Edilen Verilerin Analizi.....	77
2.11.2. Fizik Tutum Ölçeğinden Elde Edilen Verilerin Analizi.....	78
2.11.3. Bütünleştirici Öğrenme Ortamı Anketinden Elde Edilen Verilerin Analizi.....	79
2.11.4. Mülakatlardan Elde Edilen Verilerin Analizi	79
3. BULGULAR.....	81
3.1. Enerji Ünitesi Kavramsal Başarı Testinden Elde Edilen Bulgular	81
3.1.1. ENBAT Çoktan Seçmeli Kısımdan Elde Edilen Bulgular	81
3.1.2. ENBAT Açıklamalı-Çoktan Seçmeli Kısımdan Elde Edilen Bulgular ..	86
3.2. Fizik Tutum Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular	105
3.3. BORAN’dan Elde Edilen Bulgular	114
3.3.1. BORAN’dan Elde Edilen Nicel Bulgular.....	115
3.3.2. BORAN’dan Elde Edilen Nitel Bulgular	120
3.4. Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular	125

	<u>Sayfa No</u>
3.4.1. Öğrenci Mülakatlarından Elde Edilen Bulgular	126
3.4.1.1. Kavramsal Gelişime Yönelik Mülakatlara İlişkin Bulgular	126
3.4.1.2. Uygulamaya Yönelik Mülakatlara İlişkin Bulgular	138
3.4.2. Öğretmen Mülakatlarından Elde Edilen Bulgular	140
4. TARTIŞMA.....	145
4.1. Geliştirilen Materyallerin Öğrencilerin Kavramsal Başarıları Üzerindeki Etkisine Yönelik Tartışma	145
4.2. Geliştirilen Materyallerin Öğrencilerin Kavramsal Başarıları Üzerindeki Etkisinin Ortaöğretim Kurumu Türüne Göre Farklılaşmasına Yönelik Tartışma.....	155
4.3. Geliştirilen Materyallerin Öğrencilerin Fiziğe Karşı Tutumları Üzerindeki Etkisine Yönelik Tartışma	158
4.4. Geliştirilen Materyallerin Öğrencilerin Fiziğe Karşı Tutumları Üzerindeki Etkisinin Ortaöğretim Kurumu Türüne Göre Farklılaşmasına Yönelik Tartışma.....	160
4.5. Geliştirilen Materyallerin Uygulanma Süreci ve Uygulanabilirliğine Yönelik Tartışma	162
5. SONUÇLAR.....	170
5.1. Geliştirilen Materyallerin Öğrencilerin Kavramsal Başarılarına Etkisine Yönelik Sonuçlar	171
5.2. Geliştirilen Materyallerin Öğrencilerin Fiziğe Karşı Tutumları Üzerindeki Etkisine Yönelik Sonuçlar	176
5.3. Materyalleri ve Uygulamaları Değerlendirmeye Yönelik Sonuçlar.....	178
6. ÖNERİLER.....	183
6.1. Araştırmanın Sonuçlarına Dayanılarak Sunulan Öneriler	183
6.2. Araştırmacının Deneyimlerine Dayanılarak Diğer Araştırmacılara Yönelik Öneriler	185
7. KAYNAKLAR	187
8. EKLER	201
ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

Bu çalışmada, Ortaöğretim Fizik Dersi 9. Sınıf Öğretim Programının Enerji Ünitesi kazanımları dikkate alınarak, bağlam temelli yaklaşımla, 5E öğretim modeline uygun öğrenci ve öğretmen ders materyallerinin geliştirilmesi ve bu materyallerin, öğrenciler üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada, tek gruplu ön test-son test deneysel desen kullanılmıştır. Çalışmada, konuyla ilgili olarak, bağlam temelli yaklaşımın 5E öğretim modeline entegrasyonu, öğrenci ders materyali ve öğretmen kılavuzu geliştirilmiştir. Geliştirilen materyaller, 9. sınıf öğrencilerine, fizik öğretmenleri tarafından uygulanmıştır. Araştırmanın örneklemini, Genel Lise’de (GL) 30, Anadolu Lisesi’nde (AL) 30 ve Teknik Lise’de (TL) 23 olmak üzere, toplam 83 ortaöğretim 9. sınıf öğrencisi ve bu kurumlarda görev yapan 3 fizik öğretmeni oluşturmuştur. Veriler, Enerji Ünitesi Kavramsal Başarı Testi (ENBAT), Fizik Tutum Ölçeği (FTÖ), Bütünleştirici Öğrenme Ortamı Anketi (BORAN) ve yarı yapılandırılmış mülakatlarla toplanmıştır. Araştırmanın nicel verileri; yüzde-frekans, bağımlı t testi, ANOVA ve ANCOVA yöntemleriyle analiz edilirken, nitel veriler üzerinde içerik analizi yapılmıştır. Araştırmada, geliştirilen materyallerin, öğrencilerin kavramsal başarılarını artırdığı ortaya konulmuştur. Uygulama öncesinde öğrencilerin pek çok alternatif düşünceye sahip olduğu, uygulama sonrasında ise bunların büyük ölçüde giderildiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, geliştirilen materyallerin öğrencilerin kavramsal başarıları üzerine etkisi bakımından, GL grubuyla diğer gruplar arasında benzer etkiler gösterdiği, buna karşın AL grubunda TL’ye göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, materyallerin öğrencilerin fiziğe yönelik olumlu tutumlar geliştirmelerinde de etkili olduğu belirlenmiştir. Materyallerin, öğrencilerin fiziğe ve fizik dersine verdikleri önemi, fiziği anlayabilme ve kavrayabilmeye yönelik inançlarını ve ilgilerini artırdığı görülmüştür. Öğrenci ve öğretmen görüşlerine göre, uygulamaların öğrencilerin konuları anlamalarını, soyut kavramları somutlaştırmalarını ve aktif öğrenmeyi sağladığı ortaya konulmuştur. Elde edilen sonuçlara bağlı olarak araştırmacılara ve eğitimcilere bazı önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler:Fizik, Enerji, Bağlam Temelli Yaklaşım, 5E Öğretim Modeli, Materyal Geliştirme, Ortaöğretim Öğrencileri

SUMMARY

Development of Course Materials Integrating Context Based Approach into 5E Model in terms of Energy Unit for 9th Grade Secondary Students

In this study, it was aimed to develop the course materials integrating context based approach into 5E model based on acquisition of 9th grade secondary physics curriculum and to investigate effectiveness of them on students. A pretest-posttest one group experimental design was used as a research methodology. Student course material and teacher guide were developed integrating context based approach into 5E model. The developed materials were implemented to students by their physics teacher. The sample composed of 83 9th grade students from three different high schools as 30 training at General High School (GL), 30 training at Anadolu High School (AL) and 23 training at Vocational High School (TL). In addition, 3 physics teachers working at these schools participated in the study. Research data were collected by using Energy Unit Conceptual Achievement Test, Physics Attitude Scale, BORAN observation form and semi-structured interviews. Frequency-percent, paired sample t test, ANOVA and ANCOVA were used to analyze the quantitative data and content analysis was conducted on qualitative data. The results indicated that the materials increased students' conceptual achievement. Although the students had some alternative conceptions about energy before the implementations, these were overcome and transformed into scientific conceptions mostly. Moreover, the materials in terms of effect of students' conceptual achievement, showed similar effects on GL group as like other groups. However they were found more effective in the AL group than the TL. It is also revealed that the materials improved students' attitude towards physics such as; giving importance to physics, believing in physics learning and being interested in courses. The implementations made sufficient contribution to the students in terms of understanding the subjects, concreting abstract concept and providing active learning. At the end of the study, some suggestions were made to researchers and educators.

Key Words: Physics, Energy, Context Based Approach, 5E Teaching Model, Material Development, High School Students

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Bağlamsal yapılandırmacı öğrenme modeli	10
Şekil 2. Araştırma akış şeması	44
Şekil 3. Araştırma deseni	46
Şekil 4. Faktör özdeğerlerine ait çizgi grafiği.....	58
Şekil 5. Öğretim materyali geliştirme modeli.....	63
Şekil 6. “Enerjimizin tamamı işe yarar mı?” etkinliği girme ve keşfetme basamağı öğretmen kılavuzu	73
Şekil 7. “Enerjimizin tamamı işe yarar mı?” etkinliği açıklama ve derinleştirme basamağı öğretmen kılavuzu	75
Şekil 8. “Enerjimizin tamamı işe yarar mı?” etkinliği değerlendirme basamağı öğretmen kılavuzu	77
Şekil 9. Sorulara TA anlama düzeyinde verilen yanıtların ön test ve son teste göre dağılım grafiği	98
Şekil 10. Sorulara KA anlama düzeyinde verilen yanıtların ön test ve son teste göre dağılım grafiği	99
Şekil 11. Sorulara KY/AD anlama düzeyinde verilen yanıtların ön test ve son teste göre dağılım grafiği.....	99
Şekil 12. Sorulara A/C anlama düzeyinde verilen yanıtların ön test ve son teste göre dağılım grafiği	100
Şekil 13. GL deney grubunun ön test ve son test FTÖ madde ortalamalarının dağılım grafiği	108
Şekil 14. AL deney grubunun ön test ve son test FTÖ madde ortalamalarının dağılım grafiği	109
Şekil 15. TL deney grubunun ön test ve son test FTÖ madde ortalamalarının dağılım grafiği	109

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Enerjiyle ilgili literatürde yer alan bazı kavram yanlışlıkları.....	39
Tablo 2. Araştırma örnekleminin uygulama aşamalarına göre dağılımı.....	47
Tablo 3. Araştırmada yer alan öğretmen ve öğretim elemanlarının katkıda buldukları aşamalar.....	48
Tablo 4. Test sorularının ilgili oldukları kavramlar ve kazanımlar	51
Tablo 5. Enerji ünitesi kavramsal başarı testine ilişkin madde analizi sonuçları .	53
Tablo 6. Her bir maddeye ait madde toplam korelasyonları ve madde ayırt ediciliğine ilişkin t testi sonuçları	57
Tablo 7. Ölçek maddelerine ilişkin faktör analizi sonuçları	59
Tablo 8. Faktörlerin adları, madde sayıları ve Cronbach Alpha katsayıları	60
Tablo 9. Kazanımlara göre öğrenci ders materyalinde yer alan konu başlıkları ve uygulanma süreleri.....	65
Tablo 10. Uzmanların bağlam temelli öğretim materyali değerlendirme ölçeğinde öğrenci ders materyali hakkındaki görüşleri	66
Tablo 11. Öğrencilerin testte verdikleri yanıtlara ilişkin kavrama düzeyleri	78
Tablo 12. Likert tipi ölçek için puan aralıkları	79
Tablo 13. Gruplar için normallik analizi sonuçları.....	82
Tablo 14. Gruplar için ENBAT ön test-son test bağımlı t testi sonuçları.....	82
Tablo 15. ENBAT ön test ve son test için gruplar arası varyans homojenliği testi	83
Tablo 16. Ön test ve son test puanlarının gruplar arası karşılaştırılmasına ilişkin ANOVA sonuçları	83
Tablo 17. Gruplarda ön test puanlarına bağlı olarak regresyon doğrularının eğimlerinin incelenmesi.....	84
Tablo 18. ENBAT'ın son test puanları için ANCOVA sonuçları.....	85
Tablo 19. Grupların ön test son test ve düzeltilmiş son test ortalamaları	85
Tablo 20. ENBAT'ın 1. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı	86
Tablo 21. ENBAT'ın 2. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı	87
Tablo 22. ENBAT'ın 3. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı	88

Tablo 23. ENBAT'ın 4. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı.....	88
Tablo 24. ENBAT'ın 5. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı.....	89
Tablo 25. ENBAT'ın 6. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı.....	89
Tablo 26. ENBAT'ın 7. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı.....	90
Tablo 27. ENBAT'ın 8. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı.....	91
Tablo 28. ENBAT'ın 9. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı.....	91
Tablo 29. ENBAT'ın 10. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı.....	91
Tablo 30. ENBAT'ın 11. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı.....	92
Tablo 31. ENBAT'ın 12. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı.....	93
Tablo 32. ENBAT'ın 13. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı.....	93
Tablo 33. ENBAT'ın 14. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı.....	94
Tablo 34. ENBAT'ın 15. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı.....	94
Tablo 35. ENBAT'ın 16. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı.....	95
Tablo 36. ENBAT'ın 17. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı.....	95
Tablo 37. ENBAT'ın 18. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı.....	96
Tablo 38. ENBAT'ın 19. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı.....	96
Tablo 39. ENBAT'ın 20. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı.....	97
Tablo 40. ENBAT'ta öğrencilerin belirttikleri alternatif düşünceler.....	101
Tablo 41. FTÖ analiz sonuçları.....	106
Tablo 42. FTÖ Önem boyutuna ilişkin t testi sonuçları.....	110
Tablo 43. FTÖ Kavrama boyutuna ilişkin t-testi sonuçları.....	110

Tablo 44.	FTÖ Gereksinim boyutuna ilişkin t testi sonuçları.....	111
Tablo 45.	FTÖ İlgi boyutuna ilişkin t testi sonuçları.....	111
Tablo 46.	FTÖ Önem boyutuna ilişkin ANCOVA sonuçları	112
Tablo 47.	FTÖ Kavrama boyutuna ilişkin ANCOVA sonuçları	113
Tablo 48.	FTÖ Gereksinim boyutuna ilişkin ANCOVA sonuçları	113
Tablo 49.	FTÖ Gereksinim boyutu ön test son test ve düzeltilmiş son test ortalamaları	113
Tablo 50.	FTÖ İlgi boyutuna ilişkin ANCOVA sonuçları.....	114
Tablo 51.	BORAN'ın girme aşamasına ilişkin madde ortalamaları	115
Tablo 52.	BORAN'ın keşfetme aşamasına ilişkin madde ortalamaları	116
Tablo 53.	BORAN'ın açıklama aşamasına ilişkin madde ortalamaları	117
Tablo 54.	BORAN'ın derinleştirme aşamasına ilişkin madde ortalamaları	118
Tablo 55.	BORAN'ın değerlendirme aşamasına ilişkin madde ortalamaları	119
Tablo 56.	GL deney grubunda BORAN'ın açıklamalar kısmından elde edilen nitel bulgular.....	121
Tablo 57.	AL deney grubunda BORAN'ın açıklamalar kısmından elde edilen nitel bulgular.....	122
Tablo 58.	TL deney grubunda BORAN'ın açıklamalar kısmından elde edilen nitel bulgular.....	124
Tablo 59.	Öğrencilerin iş kavramıyla ilgili mülakat sorusuna verdikleri yanıtlardan elde edilen bulgular.....	127
Tablo 60.	Öğrencilerin enerji kavramıyla ilgili mülakat sorusuna verdikleri yanıtlardan elde edilen bulgular.....	128
Tablo 61.	Öğrencilerin belirttikleri enerji türleri	129
Tablo 62.	Öğrencilerin sürtünmeye harcanan enerjiyle ilgili mülakat sorusuna verdikleri yanıtlardan elde edilen bulgular.....	130
Tablo 63.	Öğrencilerin enerjinin dönüşümü ve aktarımına ilişkin mülakat sorularına verdikleri yanıtlardan elde edilen bulgular	132
Tablo 64.	Öğrencilerin güç kavramına ilişkin mülakat sorularına verdikleri yanıtlardan elde edilen bulgular.....	134
Tablo 65.	Öğrencilerin enerjinin korunumu ile ilgili mülakat sorularına verdikleri yanıtlardan elde edilen bulgular	136
Tablo 66.	Öğrencilerin verim kavramına ilişkin mülakat sorusuna verdikleri yanıtlardan elde edilen bulgular.....	137

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Bilimsel bilginin katlanarak arttığı, teknolojik yeniliklerin büyük bir hızla ilerlediği, fen ve teknolojinin etkilerinin yaşamımızın her alanında belirgin bir şekilde görüldüğü günümüzde, toplumların geleceği açısından, fen bilimleri anahtar bir rol oynamaktadır. Bireylere çağın gerektirdiği niteliklerin kazandırılması, mantıklı ve objektif bir düşünce sistemi geliştirmeye çalışan fen bilimlerinin hedefleri arasında yer almaktadır. Araştıran, tartışan, deneyen, gözlem yapan ve sürekli olarak bilgilerini geliştirerek bilimsel tutumlar kazanan bireylerin yetiştirilmesinde fen bilimleri eğitimi önemli bir işleve sahiptir (Tobin, 1986; Çilenti, 1985). Bu nedenle, gelişmiş ülkeler başta olmak üzere bütün toplumlar sürekli olarak fen eğitiminin kalitesini artırma çabası içindedirler (MEB, 2005).

Bu çabaların çoğu, yapılan değişimlere uygun yeni öğretim programlarının geliştirilmesi şeklinde gerçekleşmiştir (Ayas, 1995; Ayas, Çepni ve Akdeniz, 1993). Öğretim programlarının istenilen düzeyde olmasını sağlamak amacıyla yapılan bu girişimler, ülkelerin gelişmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Ünal, Coştu ve Karataş, 2004). Sürekli iyileştirmelerle kendi kendini düzeltme gücünde olan bir eğitim sistemi, öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal nitelikleri üzerinde olumlu etkilerde bulunan ve bunu yaparken de en az hatayla çalışan bir sistem haline gelecektir (Bloom, 1998). Bir ülkenin daha ileriye gitmesi, hazırlanan programlarının geleceği tahmin edebilecek ve yarının koşullarını geliştirebilecek insanı yetiştirebilmedeki yeterliğine bağlıdır (Gömleksiz, 2005). Bütün ülkelerde meydana gelen müfredat değişimleriyle, ülkeler kendilerini, küresel ekonomiye ve bilgi toplumu temelli bir çağa hazırlamaktadırlar.

Bilimde, teknolojiye, toplumsal alanda, bireyin gereksinimlerinde ve insan hakları alanındaki gelişmeler fen bilimleri alanındaki program geliştirme çalışmalarını etkilemektedir. Bu bağlamda, ülkemizde ilköğretim ve ortaöğretimde fen bilimine yönelik öğretim programları, zaman içerisinde pek çok değişim geçirmiştir. Bu değişimlerin ilköğretimdeki son halkası 2004 yılında uygulamaya konulan, içeriği, amaçları, vizyonu ve yaklaşımları bakımından yenilenen, İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programıdır. Program yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı temelinde hazırlanmıştır.

Yapılandırmacı yaklaşım, öğrencinin çevresiyle etkileşmesi sonucu öğrenmenin oluştuğunu savunan bir kuramdır (Kılıç, 2001; Yaşar ve Gültekin, 2002). Bu yaklaşım öğrencinin ne öğrendiğinden daha çok nasıl öğrendiği ve bilgiyi nasıl yapılandığı üzerine odaklanmaktadır (Zahorik, 1995). Bu kuramın uygulandığı eğitim ortamlarında, öğrencilerin aktif olacağı ve daha fazla sorumluluk alabileceği öğretim yöntemlerinden yararlanılmaktadır (Donaldson, 2004). Yapılandırmacı öğrenme ortamları öğrencilerin birbirleriyle bilimsel iletişimde bulunabilecekleri şekilde düzenlenmelidir. Yapılandırmacı kuramda, bilgiyi elde etme ve yaratma sorumluluğu öğrenciye geçtiğinden (Kaptan ve Korkmaz, 2001) öğrenciler sınıfta aktif olmalıdırlar (Akpınar ve Ergin, 2005a). Yapılandırmacı bir öğretimde öğrencilerin mevcut ön bilgilerinin belirlenmesi çok önemlidir. Bunun nedeninin, öğrencilerin yeni bilgileri anlaması için onları önceki deneyimleriyle ilişkilendirmesi ve zihninde yapılandırmasının gerektiğinin düşünülmesidir (Ayas, 1995; Brooks ve Brooks, 1999; Toh vd., 2003; akt. Atasoy, 2008). Bu bağlamda yapılandırmacı kuramın uygulayıcısı öğretmenlerin, farklı öğretim yöntemlerini ve ölçme-değerlendirme yaklaşımlarını etkili olarak kullanabilmesi için oldukça zengin bir bilgiye, deneyime ve alt yapıya sahip olmaları gerekmektedir (Brooks ve Brooks, 1993; akt. Özsevgeç, 2007). Öğretmene “öğretici” yerine “ortam düzenleyici”, “yönlendirici” ve “kolaylaştırıcı” rolleri yüklenmektedir. Öğretmenin temel rolü öğrenme-öğretme ortamını düzenlemek, etkinlikler konusunda öğrencilere rehberlik yapmaktır. Bunun yanı sıra işbirliği sağlayıcı, yardımcı, kolaylaştırıcı, kendini geliştirici, planlayıcı, yönlendirici, bireysel farklılıkları dikkate alıcı, sağlık ve güvenliği sağlayıcı roller verilmiştir (ERG, 2005).

İlköğretim döneminde böyle bir yaklaşımla yetiştirilen bireylerin, ortaöğretimde alacakları fen alanı derslerinde de bu yaklaşımın devamı niteliğindeki bir programla yetiştirilmeleri gereği doğmuştur. Bu nedenle orta öğretimdeki fen alanı derslerinin öğretim programlarının, ilköğretim fen ve teknoloji dersi öğretim programının hem içerik, hem de yaklaşım olarak paralelinde olacak şekilde yenilenmesi kaçınılmaz hale gelmiştir. Bu ihtiyaç sonucunda fizik dersi öğretim programını yenileme çalışmaları başlatılmış ve 2007 yılında 9. sınıf fizik dersi öğretim programı tamamlanarak uygulamaya hazır hale getirilmiştir. Program 2008–2009 öğretim yılında, 9. sınıftan başlayarak ülke genelinde uygulamaya konulmuştur. 2009–2010 öğretim yılında 10. sınıflarda uygulanmasına devam edilmiştir. Takip eden yıllarda da 11. ve 12. sınıflarda uygulanarak, önümüzdeki üç yıl içinde ortaöğretimin tüm düzeylerinde yayılımı sağlanacaktır.

1.2. 2007 Fizik Dersi Öğretim Programının Temel Yapısı

Günümüz teknoloji ve bilgi çağının gereklerine göre geliştirildiği belirtilen 2007 Fizik Dersi Öğretim programında, fizik dersinde anlamlı bir öğrenmenin; öğrencilerin ön bilgilerinin geçerliğinin kontrol edildiği, gerçek yaşamda karşılaştıkları bağlamların temel alındığı, öğrencinin her zaman zihinsel, çoğunlukla da fiziksel olarak etkin olduğu ve kavramsal değişimin sağlandığı öğrenme ortamlarında gerçekleşmesi gerektiği savunulmaktadır. Ayrıca bu öğrenme ortamlarının öğrenciye yeni öğrenilen kavramın pekiştirebilmesi için fırsatlar sunması gerektiği belirtilmektedir.

Programda, fiziğin yaşamın kendisi olduğunu özümsemiş, karşılaşacağı problemleri bilimsel yöntemleri kullanarak çözebilen, Fizik-Teknoloji-Toplum ve Çevre arasındaki etkileşimleri analiz edebilen, kendisi ve çevresi için olumlu tutum ve davranışlar geliştiren, bilişim toplumunun gerektirdiği bilişim okuryazarlığı becerilerine sahip, düşüncelerini yansız olarak ve en etkin şekilde ifade edebilen, kendisi ve çevresi ile barışık, üretken bireylerin yetiştirilmesi amaçlanmaktadır.

Program, öğrencilerin hepsinin eğitilebileceğini yani eğitemeyecek öğrencinin olmadığını varsaymaktadır. Öğrenciyi, öğrenmekten zevk alan, bazen sahip olduğu becerileri ile bilgilere erişebilirken bazen de sahip olduğu bilgiler ile becerilerini geliştirebilen, meraklı, yaratıcı ve kritik düşünebilen, öğreniminden en fazla kendisini sorumlu tutan bir birey olarak tanımlamaktadır. Fizik konularının, bilim ve teknolojinin en temel konularından biri olduğunu ve fizik dersini, fen ve teknoloji dersinin bir devamı olarak görmektedir. Sarmal bir yapıya sahip olan programda, fizik alanının içeriği kadar becerilerin de önemli olduğunu vurgulamak için öğrenme alanları, bilgi ve beceri kazanımları olarak ayrılmakta ve bunlar birbirinin içerisine çapraz olarak yedirilmektedir. Bu nedenle her bilgi kazanımı 9. sınıftan itibaren üst sınıflara doğru ilerledikçe basitten karmaşığa, kolaydan zora, somuttan soyuta, yakından uzağa, genişletilerek ve derinleştirilerek verilmiştir. Öğrenmenin doğal ortamlarda ve ihtiyaç olduğunda daha kolay, anlamlı ve kalıcı olarak gerçekleşeceğini varsaymaktadır. Bundan dolayı program, klasik yaklaşımla fizik kavram ve kanunlarını öğrendikten sonra bunlara yaşamından örnekler aramak yerine, doğrudan yaşamdaki olaylardan öğretime başlayıp fizik kavram ve kanunlarını öğrenmenin ihtiyaç hâline getirilmesini savunmakta, yani yaşam temelli bir yaklaşımı benimsemektedir. Bu yaklaşım programın en temel anlayışıdır. Program, öğrenme yöntem ve yaklaşımlarından herhangi birini merkeze almamakta, hepsinin içerik,

öğrenci, zaman ve olanaklara göre kullanılabilceğini varsaymaktadır. Anlamli ve kalıcı öğrenmenin olması için öğrencinin zihinsel ve fiziksel olarak aktif olması, hızlı geri bildirimlerin önemini ve kavramsal gelişimi amaçlayan yaklaşımların kullanılması gerektiğini vurgulamaktadır. Ölçme ve değerlendirme öğrenme sürecinin ayrılmaz bir parçası olduğu görüşü savunulmaktadır. Ölçme ve değerlendirme yalnızca not verme amaçlı değil; aynı zamanda gruplama, tanılama ve dönüt verme amaçlı yapılması gerektiğini vurgulamaktadır. Sınıflarımızda özel becerili ve özel ihtiyacı olan öğrencilerin de bulunabileceğini varsayıp öğrencilerin sıkılmaması ve dersten kopmaması için denge gözetilmiştir. Bu öğrencilerin sınıfın bir parçası olarak öğrenimlerine devam etmelerinin hem kendilerinin hem de sınıfın genel başarısı için önemli olduğuna dikkat çekilmektedir. Bilgi kazanımları, beceri kazanımlarıyla birleştirilerek öğrencilerin bilgiyi edinmeden önceki deneyim eksikliklerinin beceri kazanımları ile giderilmesi hedeflenmektedir. Bu yolla cinsiyetleri ve sosyo-ekonomik seviyeleri farklı öğrencilerin fizik başarılarındaki farkın ortadan kaldırılması beklenmektedir. Eğitimde kullanılan dilin ve teknoloji kullanımının önemine vurgu yapmak için bilişim ve iletişim beceri kazanımları oluşturulmuştur. Bu becerilerin gelişmesi sağlanırken aynı zamanda da bu beceriler ile fizik öğrenimi zenginleştirilmiştir (MEB, 2007; URL-1).

1.2.1. Programın Öğrenme Yaklaşımı

Programın öğrenme yaklaşımları incelendiğinde, ilköğretim fen ve teknoloji öğretim programıyla paralellik gösterdiği göze çarpmaktadır. Programda öğrenmenin pasif bir süreç olmadığı ve bireyin öğrenme ortamına getirdiği ön bilgi düzeyinin zihinsel bir süreç olan öğrenme üzerindeki en önemli faktörlerden biri olduğu vurgulanmaktadır. Ayrıca öğrenme bireye özgü bir süreç olmakla birlikte her bireyin bilişsel, duyuşsal ve fiziksel olarak etkin katılımını gerektirdiği ve bireyin çevresi ile etkileşimi ve aktif katılımı sonucunda sosyal olarak oluşturduğu bilginin benzer durumlarda uygulanması ve kullanmasının öğrenmeyi pekiştirdiği belirtilmektedir. Bununla birlikte programda *bağlam temelli yaklaşım* (real life context-based) esas alınmıştır. Bu yaklaşım öğretime her birey tarafından gerçek yaşamda karşılaşılan ve mümkün olduğunca çok sayıda duyu organına hitap eden cisimlerle başlanması gerektiğini vurgulamaktadır.

Programda yukarıda belirtilen öğrenme yaklaşımlarına ve fiziğin doğasına uygun öğretim yöntemlerinin uygulanması önerilmektedir. Ayrıca kullanılacak yöntemler,

bireysel farklılıkları ön plana çıkararak, laboratuvar ve sınıf etkinliklerinde grup çalışmalarına olanak vermelidir. Bilimsel araştırma sürecinde izlenen basamakları dikkate alarak geliştirilen sorgulama ve araştırmaya dayalı öğretim yöntemleri (buluş, keşif ve sorgulayıcı araştırma yöntemi) ve kavramsal değişimi temel alan öğretim modelleri (kavramsal değişim metinleri, analogiler, 5E ve 7E), diğerlerine göre biraz daha öne çıkmaktadır.

1.2.1.1. Bağlam Temelli Yaklaşım

Fizik konularının çoğu, aslında insanların günlük hayatlarında karşılaştıkları olaylarla ilgilidir. Buna rağmen, öğrenciler tarafından zor, sıkıcı ve gereksiz bilgilerle dolu bir ders olarak nitelendirilmektedir (Ahlgren ve Walberg, 1973). Yaman vd. (2004) çalışmalarında ortaöğretim öğrencilerinin dersleri arasında en az ilgi duydukları dersin fizik dersi olduğunu belirlemişlerdir. Bunun en büyük nedeni olarak, konuların çok soyut, zor ve matematiksel olması, teorik bir doğasının olması, toplum ve insanlarla doğrudan ilişkili olmaması gösterilmektedir (Whitelegg ve Parry, 1999). Öğrencilerin zihinlerindeki fizik algısının, bu şekilde olduğu bir ortamda etkili bir öğretiminin ne düzeyde gerçekleştirilebileceği tartışmaya açık bir konudur. Bu nedenle, öğrencilerin derse ilgi duymaları etkili bir fizik öğretimi için önkoşul teşkil etmektedir. Bunun için yapılması gerekenlerden biri, öğrencilere fiziğin insanlık ve toplum için önemini ve gerekliliğini kavratmak olmalıdır. Fizik eğitimcileri, fiziğin yaşantılara olumlu katkılarını öğrencilere hissettirmelidir. “Fizik dersi kişinin yaşantısını etkilediği ölçüde önem ve değer taşır” düşüncesi dikkate alınarak fizik dersinin somutlaştırılması, ilgi çekici duruma getirilmesi gerekmektedir. Öğrencilerin daha çok soyut bilgiler topluluğu olarak gördüğü fizik dersi, her türlü laboratuvar imkânları, eğitim teknolojisi ve çağa uygun öğretim metotları ile öğrencilere sunulmalı ve böylece öğrencilerin dersi daha kolay algılamaları sağlanmalıdır. Ancak bu sayede öğrencilerin fizik dersine karşı önyargıları yok edilebilir ve beklenen başarıya ulaşılır (Aycan ve Yumuşak 2003; akt. Berber Cerit, 2008). Fizikte bağlam temelli öğrenmenin önemi, bu noktada ortaya çıkmaktadır. Öğrenciler, boş ve gereksiz olarak gördükleri fiziğin değerini gerçek yaşamla ilişkilendirdikleri zaman daha iyi anlayacaklar ve öğrenmeye istekli olacaklardır.

Fizik öğretim programında esas alınan bağlam temelli yaklaşımının geçmişi 1600 yılının ortalarına Jan Amos Comenius’a kadar dayanmaktadır. Comennious, öğretimin başlangıcını gerçek yaşamda bulunan ve mümkün olduğunca fazla sayıda duyu organına

hitap eden cisimlerin oluşturması gerektiğini vurgulamıştır. Aradan geçen yaklaşık 400 yıllık sürede yapılmış olan birçok bilimsel çalışmada güncel yaşam bağlantılı öğretimin etkililiği ortaya konulmuş ancak öğretim programlarına yansıtılmamıştır. Bağlam temelli (real life context-based) öğretim yaklaşımı; İngiltere (the Salters Approach ve SLIP: Supported Learning in Physics Project), Almanya, Finlandiya (ROSE: The Relevance of Science Education), İsrail (STEMS: Science, Technology Environment in Modern Society), Amerika (ChemCom: American Chemical Society) ve Hollanda (PLON: Dutch Physics Curriculum Development Project)'da yapılan büyük proje ve bilimsel çalışmalarda ayrıntıları ile incelenmiş ve öğrencilerin derse karşı ilgi ve motivasyonunu arttırdığı ortaya konmuştur. Bağlam temelli yaklaşım ve Bilim-Teknoloji-Toplum-Çevre kazanımları birbiri ile iç içe geçmiş durumdadır. Her iki yaklaşım da soyut gibi algılanabilen fizik kavramları ile gerçek yaşam arasında bağ kurmaktadır (MEB, 2007).

Bağlam temelli yaklaşımın fen eğitiminde kullanılması 1980'li yıllarda başlamıştır. Bağlam temelli öğretimin fen eğitimindeki en önemli örneği, 1983 yılında temelleri atılan Salters yaklaşımıdır. Bir grup kimya öğretmeni ve fen eğitimcisi York Üniversitesinde bir araya gelerek okullarda kimya dersinin öğrenciler için nasıl daha ilgi çekici hale getirilebileceğini tartışmışlar ve bunun sonucunda, ortaokul öğrencileri (13 yaş) için 5 ünitelik bağlam temelli kimya öğretim programı geliştirilmesine karar vermişlerdir. Aradan geçen 20 yıllık süreçte, bu yaklaşım Salters olarak isimlendirilmiş ve biyoloji, kimya ve fizik alanlarının tümünde 11-18 yaş arasındaki öğrenciler için kapsamı genişletilerek İngiltere ve Galler'de uygulanmıştır. Bununla birlikte, yaklaşım pek çok ülkede (Belçika, Çin, Yeni Zelanda, Rusya, İskoçya, Slovenya, İspanya, İsviçre, Amerika) müfredatlara adapte edilerek kullanılmıştır (Bennett ve Lubben, 2006).

Salters müfredatlarının tasarlanmasında iki temel ölçüt esas alınmıştır. Bunlar; öğrencilerin yaşamları ya da çevrelerindeki dünyayla kimyanın ilişkilendirilmesi ve öğrencilerin doğal çevreyi daha iyi anlamaları için kimyanın katkı sağlamasıdır. 1980'lerden günümüze kadar çeşitli zamanlarda ve çeşitli sınıf düzeylerinde olmak üzere, Salters yaklaşımının benimsendiği, altı farklı müfredat geliştirilmiştir. Salters Advanced Chemistry (SAC), bu müfredatların en başarılılarından biri olarak kabul edilmektedir. Salters'in genel olarak kabul ettiği ölçütlerin yanı sıra SAC müfredatı, aşağıdaki hedefleri gerçekleştirmeyi amaçlamıştır:

- Dünyada, kimyanın ve kimyacıların çalışmalarının kullanım alanlarını öğrencilerin farkına varmalarını sağlamak,

- Kimyanın, insanların yaşamıyla doğrudan ilişkili olduğunu göstererek, öğrencilerin ilgisini artırmak,
- Derslerde kullanılan öğrenme ve öğretme etkinliklerinin çeşitliliğini artırmak,
- Kimya alanında yapılan araştırmaların gereksiz olduğunu düşünen öğrencilere, kimyanın önemini kavratmak ve değer vermelerini sağlamak.

Bağlam temelli yaklaşım, Salters projesiyle kimya öğretiminde kullanılmasının ardından, fen ve fizik öğretiminde de kullanılmaya başlanmıştır. SLIPP (The Supported Learning in Physics Project) projesi, yaklaşımın fizik öğretiminde yaygınlaşmasına öncülük etmiştir. SLIPP projesinde, 16 yaş üstü öğrenciler için fizik müfredatı geliştirme çalışmaları yürütülmüştür. Projede 8 ünitelik, aktif öğrenme etkinlikleri ve gerçek yaşam bağlamlarının yer aldığı öğretim materyali geliştirilmiştir. Materyalin geliştirilmesinde, gerçek yaşamdan alınan durumlar, fizik konularının içine adapte edilmiştir. Bu sayede öğrenciler, öğrendikleri bilgilerin gerçek yaşamda karşılığını bulma fırsatı yakalamışlardır (Whitelegg, 1996). Bennett (2003), bağlam temelli müfredatlarla ilgili yapılan çalışmaların sonuçlarını şöyle özetlemiştir:

- Bağlam temelli materyallerin kullanıldığı derslerde, genel olarak öğrencilerin derse yönelik ilgileri artar,
- Bağlam temelli materyaller, öğrencilerin derste öğrendikleri bilgilerle gerçek yaşam arasında ilişki kurmalarına yardımcı olur,
- Bağlam temelli yaklaşımla yürütülen dersler, öğrencilerin fen kavramlarını öğrenmelerinde, en az geleneksel dersler kadar etkilidir,
- Öğrencilerin bilimsel bilgilerini ve anlamalarını değerlendirmede bağlam temelli problemlerin kullanılmasının etkiliğini belirlemeye yönelik araştırmalara ihtiyaç vardır.

Bağlam temelli yaklaşım, öğrenciler için uygun çeşitli çevrelerden gerçek yaşam bağlamlarında kavramları ve süreç becerilerinin öğretimde kullanılması olarak tanımlanmaktadır (Glynn ve Koballa, 2005). Yaklaşımının temel amacının, öğrencilere bilimsel kavramları günlük yaşamdan seçilmiş olaylarla birlikte sunarak, motivasyonlarını ve bilim öğrenmeye yönelik isteklendirmek, akademik kariyerlerinin başında öğrencilerin fen bilimlerine karşı ilgilerini artırmak, öğrencilerin gerçek yaşam konuları ile fen bilimleri arasındaki ilişkinin farkına varmalarını sağlamak ve öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmek olduğu belirtilmektedir (Sözbilir vd. 2007).

Öğrencilerin, bir kavramı öğrenirken, kavramı ve onun uygulamalarını, kendilerinin kültürleri, aileleri veya arkadaşlarını içine alan gerçek dünyayla ilişkilendirebilirlerse, o konuyu öğrendiği ifade edilmektedir (Yam, 2005). Bağlam temelli yaklaşım, öğrencilerin, fiziği günlük hayatla ve insanlarla ilişkisiz, sadece bazı ezberlenmesi gereken durumlar ve çözülmesi gereken problemler olarak algılamalarına karşılık ortaya çıkmıştır (Lye vd., 2001). Öğrenciler genellikle fizik konularını öğrenirken “niçin bunu bilmek zorundayım?” ya da “bu öğrendiklerimi başka nerede kullanacağım?” gibi sorular sormaktadırlar. Bağlamsal yaklaşım öğretimde kullanıldığında, öğrencilerin yeni öğrendikleri bilgi ve becerileri nasıl ve niçin kullanacaklarını anlamalarını ve dolayısıyla böyle sorulara cevap bulmalarını sağlayacaktır (Glynn ve Koballa, 2005).

Rayner (2005) ve Binnie’ye (2004) göre, fizikte geleneksel öğretimle kıyaslandığında, bağlamsal yaklaşım öğrencilerin motivasyonlarını, problem çözme becerilerini ve başarılarını artırmada daha etkili olmaktadır. Bağlamsallaştırılmış fizik materyalleri kullanmak öğrencileri fiziği soyut ve gerçek yaşamla ilişkisiz olarak görmekten kurtaracak ve motivasyonlarını artıracaktır (Whitelegg ve Edwards, 2001). Benzer şekilde Murphy ve Whitelegg de (2006) fiziğin en temel amaçlarından olan, öğrencilerin başarıları, problem çözme becerileri ve motivasyonlarını artırmada bağlamsal yaklaşımın önemli olduğunu ve bu yaklaşımın dersi eğlenceli hale getirdiğini vurgulamaktadır.

Bağlam temelli yaklaşım, öğrenci ve öğretmenlerin içinde bulunduğu sosyal ve kültürel çevrenin, öğretimde kullanılacak olan bağlamları oluşturması şeklinde açıklanmaktadır. Geleneksel öğretim anlayışında, Fen Bilimlerini kapsayan derslerin uygulamaları, gerçek dünyadaki olaylara yönelik yürütülen tahminleri test etmekten ibarettir. Eğer anlamlı sınıf tartışmaları yapılmak isteniyorsa öğrencilere gerçek dünyada doğrudan karşılaşılabilecekleri örnekler sunulmalıdır. Bu bakış açısıyla, bir konunun öğrenilmesinde, onun gerçek dünyayla ilişkili bir uygulamasının öğrenilmesinin önemli rolü vardır (Whitelegg ve Parry, 1999).

Murphy (1994) ve Hennessy’ye (1993) göre eğer uygun bağlamlar kullanılırsa öğrencilerde var olan ilgi potansiyelleri ortaya çıkarılabilir. Örneğin, 16 yaş üstü öğrenciler için uygun bağlamlar, onların okul dışı etkinliklerine bakılarak belirlenebilir. Diğer disiplinlerde, örneğin sosyal bilimlerde konularla ilgili bağlamlar ortaya koymak zor değildir. Konular zaten çevrede olup biten olaylardan oluşmakta ve bağlamlar öğretmenin kullanımına hazır bir şekilde bulunmaktadır. Bu durumda öğrenci kolayca konu hakkında

tartışabilir ve fikir belirtebilir. Ancak fen bilimlerinde ve özellikle fizikte durum farklıdır. Fiziğin temel amacı, doğayı açıklamak ve anlam vermek olsa da, konular tartışmaya imkân vermeyen yasalar ve formüllerden oluşturulmaktadır. Bunların çoğu insanların günlük yaşamlarından ve çevrelerinden uzakta bulunmaktadır. Aslında fizik çevremizdeki her şeyde vardır ve fiziği anlamak dünyanın nasıl işlediğini anlamaktır, fakat bu genellikle öğrencilerin farkına varamadıkları bir durumdur. Gerçek yaşamdan uygun bağlamlar kullanılması, fiziğin gerçek hayatla ne kadar ilişkili olduğunun, öğrencilerin farkına varmalarını da sağlayacaktır

Bağlam temelli yaklaşım, fiziği öğrenebilmek için öğrencilerin motivasyonlarının artırılması gerektiğini savunmaktadır. Bu nedenle öğrenciler için uygun bağlamlar seçmek hayati önem taşımaktadır. Kullanılacak bağlamlar, bazı öğrenciler için motivasyon sağlarken bazıları için derse karşı ilgisizliğe neden olabilmektedir. Burada, öğrencilerin bireysel farklılıklarının dikkate alınmasının gereği ortaya çıkmaktadır.

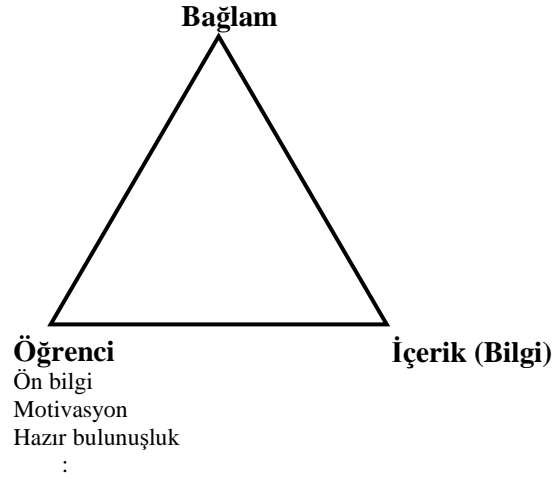
Bağlam temelli yaklaşım, öğrenmenin doğal ortamlarda ve ihtiyaç olduğunda daha kolay, anlamlı ve kalıcı olarak gerçekleşeceğini varsaymaktadır. Bundan dolayı kullanılacak bağlamların gerçek yaşamla doğrudan ilişkili olması ve öğrencinin kazanacağı becerileri ihtiyaç olarak görmesini sağlaması büyük önem taşımaktadır.

1.3. Bağlamsal Yapılandırıcılık

Bağlam temelli yaklaşımın temelde öğrencilerin günlük hayatlarındaki fen'i görmelerine, okulda öğrendikleri ile okul dışı unsurların birbirine bağlı olduğunu anlamalarına ve edindikleri bilgileri transfer edebilmelerine yardımcı olduğu belirtilmektedir (Ünal, 2008). Sosyal yapılandırmacı yaklaşım ise öğrenmenin tek başına yapılan bir etkinlik olmadığını, bilginin bireyin diğer insanlarla karşılıklı ilişkileri içinde ona aktarıldığını, bunu bireyin bağımsız olarak oluşturmadığını vurgulamaktadır. Sosyal yapılandırıcılığın savunucularından Vigotsky, çocuğun kullandığı dilin, kavramların, olguların, araç-gereçlerin tarihi ve kültürel bir karakteri olduğunu ifade etmektedir (Ergün ve Özsüer, 2006). Buna göre, bireyin içinde bulunduğu ve etkileşim içinde olduğu kültürel çevrenin, öğrenme üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Cobern (1991) bu durumu bağlamsal yapılandırıcılık (contextual constructivism) kavramıyla açıklamıştır. Bağlamsal yapılandırıcılık, öğretmen ve öğrencinin sınıfa getirdiği kültürel inançların öğrencinin anlamasını nasıl etkilediği ve bu inançların nasıl desteklenebileceğiyle

ilgilenmektedir. Cobern (1993) öğrencilerin fikirlerinin düzenlemesinde ve gelişmesinde kültür ve dünyaya bakışının önemli bir etkisinin olduğunu vurgulamaktadır (akt. Bodner, Klobuchar ve Geelan, 2001).

Öğrencinin bilgiyi bir bağlam içinde yapılandığı ve bu bağlamın bilgiyi anlamlandırmada bir araç olduğu vurgulanmaktadır (Finkelstein, 2001). Buna göre, öğrenme süreci bağlamdan ayrılamaz ve bağlamlar hem öğrenci hem de içerik olarak öğrenmeyi şekillendirmektedir. Şekil 1’de Finkelstein’in (2001) bağlamsal yapılandırmacı öğrenme modeli yer almaktadır.



Şekil 1. Bağlamsal yapılandırmacı öğrenme modeli

Bu modele göre, öğrenci sahip olduğu ön bilgi, motivasyon ve hazırbulunuşluk unsurlarıyla, bilgiye doğrudan ulaşabileceği gibi, söz konusu bağlamları bir araç olarak kullanmak suretiyle de ulaşabilmektedir. Bağlamlar, bireyin açıklamaya ve anlam vermeye çalışarak yapılandığı bilginin bir parçasını oluşturmakta ve onların gerçek hayattaki uygulamalarıyla bilgi ve beceriler anlamlı hale gelmektedir (Brown, Collins ve Duguid, 1989; akt., Choi ve Johnson, 2005). Bu noktada bağlam temelli yaklaşım, yapılandırmacılığın tamamlayıcı bir unsuru olarak ele alınabilir. Bu çalışmada, bağlamsal yapılandırmacılık anlayışı temel alınmıştır.

1.4. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

Yeni uygulanmaya başlanan bütün öğretim programlarının yeni sorunları ve ihtiyaçları da beraberinde getirmesi kaçınılmazdır. Yapılan çalışmalar genellikle öğretmenlerin yenilenen öğretim programlarını, gerektiği şekilde uygulamadıklarını ortaya koymaktadır (Crawley ve Salyer, 1995; White, 1997; Bayrak ve Erden; 2007; Tekbıyık ve Akdeniz, 2008a; Sağlam Arslan, Devocioğlu Kaymakçı ve Arslan; 2009). Gallagher ve Tobin (1987) yaptıkları araştırmada, öğretmenlerin eğitim ortamlarında kendi öğretim programını uyguladıklarını ortaya koymuşlardır. Penick (1995) ise öğretim programları değişmesine rağmen öğretmenlerin öğretim alışkanlıklarının değişmediği ve geleneksel metotlarla öğretime devam ettiklerini belirtmektedir. Blosser (1999), çalışmasında fen sınıflarında öğretimin anlatım metoduyla yürütüldüğünü ve öğrencilerin derse katılımlarının çoğu zaman öğretmenlerinin söylediklerini defterlerine yazmakla sınırlı kaldığını ortaya koymaktadır. Benzer şekilde Gallagher (2000) de fen öğretmenlerinin sınıflarında uygulama çalışmaları yapamadıklarını, kitaplardaki bilgileri geleneksel yöntemlerle öğrencilerine aktardıklarını belirtmektedir. Nitekim, 2004 Fen ve Teknoloji Öğretim Programı da uygulama boyutunda bazı sorunlar getirmiştir. Pilot çalışmalarda, bu öğretim programı ile ilgili olarak öğretmen eğitimi, öğrenme ortamı, öğretim yöntemleri, ölçme-değerlendirme yaklaşımları ve öğrenci tutumları hakkında ciddi anlamda geri bildirimlerin olmadığı dikkat çekmektedir (ERG, 2005; Tekışık, 2005). Bu ise gerek öğretmenlerin gerekse öğrencilerin karışılacakları problemleri aşmada ve neyi, nasıl, ne şekilde öğrenebilecekleri ve uygulayabilecekleri konusunda yeterli kaynaklarının olmamasına neden olmaktadır. Akademik çalışmalarda 2–3 ay gibi bir süreç alabilecek HİE'in bir-iki hafta gibi kısa zaman diliminde ve alanında uzman olmayan kişilerce öğretmenlere sunulmasının, öğretmenlerin programı sağlıklı bir şekilde uygulayamamalarına neden olacağı açık şekilde görülmektedir (Özsevgeç, 2007).

2004 Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim programının devamı niteliğinde geliştirilen 2007 Fizik Dersi Öğretim Programı da köklü değişiklikler getirmiştir. Bu programla, ilköğretimde olduğu gibi ortaöğretimde de geleneksel yöntemlerden vazgeçilerek öğrencilerin öğrenme sürecinde aktif olduğu, bilgiyi kendisinin yapılandığı, kavramsal gelişimi esas olan modern öğrenme yaklaşımları temel alınmıştır. Ayrıca yaşam temelli bağlamların etkili fizik eğitimi için önemine vurgu yapılmaktadır. Programda öğrenciyi aktif kılan modellerin (5E, 7E) öğretimde kullanılması önerilmektedir. Yapılan informal

görüşmelerde öğretmenler, hem yeni yaklaşımlar hakkında bilgi sahibi olmadıklarını hem de derslerde hangi etkinlikleri, nasıl bir düzende yürüteceklerini bilmediklerini belirtmektedirler. Fizik Öğretim Programının, öğrenme ortamlarında nasıl uygulanacağı konusunda öğretmenlerin büyük endişe duydukları görülmektedir.

Öğrencilerin öğrenmeleri, sadece okullarda kendilerine sunulan bilgilerle değil, hayatlarının her aşamasında kazandıkları deneyimlere bazı yeni anlamlar yükleyerek gerçekleşmektedir. Bu anlam verme süreci, özellikle soyut kavramların öğrenilmesi aşamasında yanılığın düşüncelerin oluşmasına neden olmaktadır (White ve Gunstone, 1992; Özmen, 2004b; Coştu, 2006). Bu nedenle öğretmenlerin yürütecekleri öğretim etkinliklerinin, öğrencileri yanılığa sevk etmeyecek ve var olan yanılığın da giderebilecek nitelikte olması gerekmektedir.

Bu noktada yaklaşımları ve içeriğiyle tamamıyla yenilenmiş olan Fizik Öğretim Programının öğrenme ortamlarında uygulanabilmesi için, öğretmen ve öğrencilere yönelik bazı basılı rehber materyallere ihtiyaç duyulduğu gerçeği ortaya çıkmaktadır. Rehber materyal geliştirme, planlı ve programlı bir çalışma süreci gerektirmesinin yanı sıra, oldukça uzun zaman almaktadır. Fakat alternatif ve çağdaş öğretim yaklaşımları içermesi sebebiyle bu tür çalışmalara her zaman ihtiyaç duyulmaktadır (Demircioğlu, 2003). Fizik Dersi Öğretim Programının kısa süre önce uygulamaya konulmuş olmasından dolayı, öğretmenlerin ve öğrencilerin yararlanabilecekleri rehber kaynaklar, nitelik ve nicelik bakımından henüz yeterli değildir. Bir öğretim programı ile ilgili yeterli kaynağın olmaması programı tam olarak anlayamayan öğretmenleri zor durumda bırakacak, istenilen öğrenme ve başarı gerçekleşemeyecektir (Akdeniz, 1993; Çepni, 1993). Bu nedenle öğretmenlere, dersin uygulanma sürecinde izleyebilecekleri yöntemlerin ve içeriğin düzgün bir şekilde hazırlanmış rehber materyallerle sunulması, onların deneme-yanılma yoluyla harcayacakları zamanı kazanmanın yanında, programın etkili bir şekilde yürütülmesini de sağlayacaktır (Özsevgeç, 2007).

Geliştirilecek rehber materyallerin zengin bir içeriğe, uygulanabilir ve test edilmiş etkinliklere ve ölçme değerlendirme yaklaşımlarına sahip olmasını, öğretmenlerin yeni öğretim programının felsefesini, öğretim modellerini ve yaklaşımlarını anlamalarına yardım edecektir. Özellikle, ulusal literatüre son zamanlarda girmiş olan bağlam temelli yaklaşımın öğrenme ortamlarında nasıl uygulanacağı bilinmemektedir. Bu çalışma, bağlam temelli yaklaşımın uygulamaları konusunda da örnek teşkil edebilecek nitelik taşımaktadır.

Böylece öğretmenler programı uygulamada karşılaştıkları problemlere çözüm bulabilecekler ve geliştirilen modeli farklı konulara uygulayabileceklerdir.

Fizik dersinin içeriğine bakıldığında, pek çok soyut kavramı barındırdığı görülmektedir. Bununla birlikte yapılan birçok çalışmada öğrencilerin soyut olan fizik kavramlarını kolay öğrenemedikleri ve bu kavramlarda farklı algılamalara sahip oldukları ortaya konulmuştur (Çepni, 1997; Eryılmaz, 2002; Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek, 2003; Küçüközer, 2004; Atasoy ve Akdeniz, 2007; Atasoy, 2008; Sağlam Arslan, 2009). Bilimsel tanımlamalarla uyuşmayan bu algılamalar, kavram yanılgıları veya alternatif kavramlar olarak öğrencilerin zihinlerinde yer almaktadır. Bunlar birçok durumda var olan ve eğitim-öğretimle düzeltilmeye çalışılmasına rağmen değişime karşı direnç gösteren kavramlardır (Osborne ve Wittrock, 1983; Novak, 1988). Enerji kavramı, fizikteki soyut kavramlardan biridir. Enerji, hem disiplinler arası hem de toplumsal boyutu olan bir konu olması nedeniyle, fizikte önemli bir konuma sahiptir. Bununla birlikte, fiziksel, teknolojik ve biyolojik dünyada, meydana gelen olayları algılayabilmek açısından anahtar bir kavram olması sebebiyle, öğretmenlerin enerji konusunu diğer konulardan çok daha önemli gördükleri belirtilmektedir (Driver ve Millar 1986; akt. Domenech, vd., 2007). Enerji konusunun kompleks bir konu olması dolayısıyla, öğretiminde çeşitli problemlerle karşılaşıldığı vurgulanmaktadır (Boyes ve Stanisstreet, 1990). Son yıllarda fen eğitimi alanında yapılan çalışmalarda, hem fizikte hem de diğer bilim dallarında enerji konusunda yapılan çalışmalara sıkça rastlanmaktadır (Domenech, vd. 2007; Köse, vd. 2006; Yuenyong ve Yuenyong, 2006; Özmen ve Karamustafaoğlu, 2006). Bu bağlamda, yukarıda belirtilen öğretim materyallerinin enerji ünitesine yönelik geliştirilmesi, doğru bir yaklaşım olarak görülmektedir. Geliştirilen materyallerin, enerji ünitesine yönelik olmasına karşın, kullanılan öğretim modelinin farklı konulara da uygulanabilir olması çalışmanın önemini daha da artırmaktadır.

1.5. Araştırmanın Problemi

Bilindiği gibi, 2007 Fizik Dersi Öğretim Programı kavramsal gelişimi temel alan öğretim modellerine uygun öğretim yapılmasını öngörmektedir. 5E öğretim modeli de etkililiği pek çok çalışmada ortaya konulmuş, programda önerilen modellerden biridir. Ayrıca program, fizik etkinliklerinin gerçek yaşam örnekleriyle bağlamlandırılarak sunulması gerektiğini, böylece öğrencilerin başarılarının ve motivasyonlarının

artırılabilirliğini savunmaktadır. Literatür incelendiğinde, 5E öğretim modeline bağlam temelli yaklaşımın entegrasyonu ile oluşturulan öğretim etkinliklerinin öğrenciler üzerinde nasıl sonuç vereceğine dair çalışma yapılmadığı görülmektedir.

Araştırmada genel olarak, “Ortaöğretim Fizik Dersi 9. Sınıf Öğretim Programının Enerji Ünitesi kazanımları dikkate alınarak, bağlam temelli yaklaşımla, 5E öğretim modeline uygun olarak geliştirilen öğretmen ve öğrenci ders materyallerinin öğrenciler üzerindeki etkileri nelerdir?” sorusuna cevap aranmaya çalışılmıştır. Bu temel problem çerçevesinde araştırmanın alt problemleri şu şekilde belirlenmiştir:

1. Bağlam temelli yaklaşımla, 5E öğretim modeline uygun olarak geliştirilen materyallerin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisi var mıdır?
2. Bağlam temelli yaklaşımla 5E öğretim modeline uygun olarak geliştirilen materyallerin, kavramsal başarı düzeyleri üzerine etkisi, öğrencilerin öğrenim gördükleri ortaöğretim kurumu türüne göre farklılık göstermekte midir?
3. Bağlam temelli yaklaşımla, 5E öğretim modeline uygun olarak geliştirilen materyallerin öğrencilerin fiziğe karşı tutumları üzerine etkisi var mıdır?
4. Bağlam temelli yaklaşımla, 5E öğretim modeline uygun olarak geliştirilen materyallerin, fiziğe karşı tutum üzerine etkisi, öğrencilerin öğrenim gördükleri ortaöğretim kurumu türüne göre farklılık göstermekte midir?
5. Öğrencilerin ve Fizik öğretmenlerinin, bağlam temelli yaklaşımla, 5E öğretim modeline uygun olarak geliştirilen materyaller ve bu materyallerin uygulanabilirliğine ilişkin görüşleri nelerdir?

1.6. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada, Ortaöğretim Fizik Dersi 9. Sınıf Öğretim Programının Enerji Ünitesi kazanımları dikkate alınarak, bağlam temelli yaklaşımla, 5E öğretim modeline uygun öğrenci ve öğretmen ders materyallerinin geliştirilmesi ve öğrenciler üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

1.7. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Araştırma kapsamında geliştirilen ders materyalleri ortaöğretim 9. sınıf fizik dersi öğretim programının Enerji ünitesinde yer alan ilk 11 kazanımla sınırlı tutulmuştur.

2. Çalışmanın uygulamaları Rize ili Çayeli ilçesinde yer alan üç farklı lisede yürütülmüştür.

3. Çalışmanın uygulamalarını üç farklı fizik öğretmeni yapmıştır.

1.8. Araştırmanın Varsayımları

1. Araştırmada yer alan üç farklı deney grubu öğrencilerinin, birbirlerine yakın çevrelerde ikamet etmelerinden dolayı, demografik özelliklerinin benzer olduğu varsayılmıştır.

2. Uygulamaları gerçekleştiren üç fizik öğretmenin, öğrencilerini yakından tanıdığı, bireysel farklılıklarını bildiği varsayılmıştır.

3. Uygulamaları gerçekleştiren üç fizik öğretmenin bilgi, deneyim ve yetenekleri bakımından birbirlerine yakın düzeyde olduğu varsayılmıştır.

4. Geliştirilen materyallerin amacına uygun şekilde uygulandığı varsayılmıştır.

5. Öğrencilerin ve öğretmenlerin veri toplama sürecinde samimi ve objektif davrandıkları varsayılmıştır.

6. Araştırmanın uygulama süresince, öğrencilerin kavramsal başarılarını ve tutumlarını etkileyebilecek, ders dışı herhangi bir etkiye maruz kalmadıkları varsayılmıştır.

1.9. Konuyla İlgili Literatür

1.9.1. 5E Öğretim Modeli ve Kullanıldığı Çalışmalar

Öğrencilerin daha önceki deneyimlerinden ve ön bilgilerinden yararlanarak yeni karşılaştıkları durumlara anlam verdiklerini ve özümstediklerini savunan yapılandırmacı öğrenme teorisinin, fen bilimleri eğitiminde kullanımına yönelik olarak çeşitli modeller önerilmektedir. Bu önerilen modeller dört aşamalı model, 5E modeli ve 7E modelidir (Özmen, 2004a). 5E öğretim modeli, yapılandırmacı öğrenme kuramının öğretim sürecinde uygulanmasına yönelik, literatürde en sık rastlanan öğretim modelidir. Bu model, öğrencinin araştırma merakını artıran, konu ile ilgili beklentilerine cevap veren, sahip oldukları bilgi ve becerilerinin aktif bir şekilde kullanımını içeren etkinliklerden oluşmaktadır (Ergin, 2006; Özsevgeç, 2006). 5E öğretim modeli, yeni bir kavramın öğrenilmesinde veya bilinen kavramın daha derinlemesine anlaşılmasına çalışan doğrusal

bir süreçtir (Smerdan ve Burkam, 1999; Çepni, Akdeniz ve Keser, 2000). Bu modele yönelik yapılan çalışmalarda, modelin öğrencilerin başarılarını artırdığı, kavramsal gelişimlerini sağladığı ve tutumlarını pozitif yönde değiştirdiğine yönelik bulgular elde edilmiştir (Keser, 2003; Saka, 2006; Özsevgeç, Çepni ve Özsevgeç, 2006; Sağlam, 2006; Özsevgeç, 2007). Bu tür olumlu etkileri olması, 5E öğretim modeline uygun etkinliklerin geliştirilmesi, uygulanması ve etkililiğinin belirlenmesine yönelik çalışmaların sayısını artırmıştır (Metin ve Özmen, 2009).

Bu model Roger Bybee tarafından geliştirilmiş ve BSCS (Biological Science Curriculum Study) projesinin uygulamalarında kullanılmıştır (Özsevgeç, 2007; Saka, 2006; Keser, 2003; Çepni, vd., 2000; Smerdan ve Burkam, 1999; Turgut vd., 1997; Bybee, 1993). Araştırmaya ve deneysel etkinliklere ağırlık veren 5E öğretim Modeli adını, kendisini oluşturan 5 aşamanın İngilizce baş harflerinden almaktadır. Bunlar; Enter (Girme), Exploration (Keşfetme), Explanation (Açıklama), Elaboration (Derinleştirme) ve Evaluation (Değerlendirme) aşamalarıdır.

Girme Aşaması: Yeni fikirleri öğrenmeye başlamadan önce, insanların eski fikirlerinin farkında olmaları gerekir. Bu nedenle, öğretmenin ilk eylemi öğrencilerin konu hakkında bildiklerini tanımlamalarına yardımcı olmaktır. Öğrenci karşılaştığı bir sorunu veya gözlediği bir olayı anlamak için eğlendirici ve merak uyandırıcı bir girişle derse başlar. Bu aşamada öğrencilere olayın nedeni hakkında sorular sorulur.

Keşfetme Aşaması: Öğrenciler gruplar halinde çalışarak, öğretmenin tasarlamış olduğu ortamda sorunu çözmek için veya olayı açıklamak için düşünceler üretirler. Bu süreçte basit deneylerin yapılması kavramsal bilginin yerleşmesi için önemli etkenler olarak görülmektedir. Bu düşünceler grup süzgecinden geçtikten sonra, olayı çözümlmek için beceriler ve çözüm yollarına dönüştürülür. Bu aşama en fazla oranda öğrenci faaliyetini içeren aşamadır.

Açıklama Aşaması: Yeni düşünme yolları bulmayı başarmak güçtür ve öğrenciler öğretmenlerinden önemli yardımlar almadan bunu oluşturamayabilirler. Bu nedenle öğretimin bu basamağında öğretmene düşen, öğrencilerin yetersiz olan eski düşüncelerini daha doğru olan yenileriyle değiştirmelerine yardımcı olmaktır. Bu aşama modelin en öğretmen merkezli evresidir. Burada öğretmen, anlatım ve tartışma yöntemini kullanabileceği gibi öğrencilerin yaptıklarını tanımlamalarını ve sonuçları açıklamalarını teşvik edici yollara başvurulabilir. Öğretmen formal olarak adları, tanımları ve bilimsel açıklamaları öğrencilerin cevaplarına dayalı olarak yapabileceği gibi gerekli durumlarda

doğrudan da yapabilir. Tüm bu süreç içinde öğrenciler, üzerinde çalıştıkları olayı anlarlar/açıklarlar veya problemi çözerler.

Derinleşme Aşaması: Yeni bilgiler elde edildikten sonra incelenmeye başlanan konuya yeniden dönülmesi gerekir. Öğrenciler birlikte ulaşılmış oldukları bilgileri veya problem çözme yaklaşımlarını yeni olaylara ve problemlere uygularlar. Bu yolla zihinlerinde daha önce var olmayan yeni kavramları öğrenmiş olurlar.

Değerlendirme Aşaması: Öğrencilerden anlayışlarını sergilemelerinin beklendiği, düşünme tarzlarını veya davranışlarını değiştirdikleri aşamadır. Asıl değerlendirme, tüm aşamalar üzerinde öğretmen ve öğrenci tarafından sürekli yapılmaktadır. Bu aynı zamanda yeni kavram ve becerileri öğrenmede, öğrencilerin kendi gelişmelerini değerlendirdiği bir süreçtir. Böylelikle bu son aşamada yeni edindikleri bilgilerini ve becerilerini değerlendirerek değişik sonuçlara ulaşırlar (Keser, 2003).

5E öğretim modelinin kullanıldığı araştırmaların sonuçlarına bakıldığında, modelin özellikle kavramsal gelişimi sağlamada, kavram yanılgılarını gidermede, bilgilerin kalıcılığını sağlamada, fen bilimlerine ve fiziğe karşı olumlu tutum geliştirmede ve öğrencileri araştırmaya, keşfetmeye, sorgulamaya ve yorum yapmaya yönlendirmede etkili olduğu belirtilmiştir (Özsevgeç, 2007; Bozdoğan ve Altunçekiç, 2007; Saka, 2006; Özsevgeç vd., 2006, Balcı vd., 2006, Ergin, 2006). Ayrıca 5E öğretim modelinin Türk eğitim sistemi için uygun bir yapıya sahip olduğu ortaya konulmuştur (Keser, 2003). Bu değerlendirmeler, modelin öğrenciler üzerindeki olumlu etkilerini açıkça ortaya koymaktadır.

5E öğretim modelinin fen eğitiminde kullanılmasının ardından, Türkiye’de özellikle ilköğretim düzeyinde araştırmalar yapılmaya başlanmıştır. Bu araştırmalar zaman içerisinde öğretimin daha üst kademelerine de yayılmıştır. Aşağıda ilköğretim düzeyindeki, fizik konularına yönelik yürütülen araştırmalar özetlenmeye çalışılmıştır.

Bayar (2005) çalışmasında, ilköğretim 5. sınıf fen dersinin “Isı ve Isının maddedeki Yolculuğu” ünitesinin bazı konularında 5E öğretim modeline uygun etkinlikler geliştirmiş ve etkinliklerin uygulama sürecini değerlendirmiştir. Araştırmacı öğretmen ve özel durum yaklaşımıyla yürütülen çalışmada veri toplama araçları olarak, mülakat, gözlem ve doküman analizinden faydalanılmıştır. Öğretmenlerle yürütülen mülakatlardan elde edilen veriler ve literatürde ilgili araştırmaların incelenmesiyle 5E öğretim modeline uygun yedi etkinlik geliştirilmiş ve pilot çalışmaları yapılmıştır. Etkinlikler 20 öğrenci ve onların sınıf öğretmeni ile 7 ders saati boyunca uygulanmıştır. Uygulamalarda öğrencilerin etkinliklere

katılımları, birbirleri ve öğretmenleriyle olan ilişkileri gözlemlenmiş ve notlar alınmıştır. Bununla birlikte, uygulayıcı öğretmenle birlikte öğrencilerin araştırma defterleri incelenmiştir. Uygulama tamamlandıktan sonra etkinliklerle yürütülen dersler hakkında öğrencilerle grup mülakatları ve uygulama öğretmeni ile yarı yapılandırılmış mülakat yürütülmüştür. Çalışma sonunda, öğrencilerin ısı ve ısının yayılması, kuvvet ve hareket kavramlarında zorlandıkları ve önbilgilerinde kavram yanlışlarının oldukça fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada aynı zamanda, bu kavramlara yönelik, öğretmenin etkili öğretim yöntemlerini kullanmadığı ve bunun öğrencilerin kavramları anlamalarında ve fen bilgisi dersine olan tutumlarında olumsuz etkiler oluşturduğu tespit edilmiştir. Çalışmada, 5E öğretim modelinin etkililiğini değerlendirmek için daha fazla veri toplama araçlarının kullanılması gerektiği önerilmiştir. Yapılan bir diğer önemli öneri ise uygulamada öğretmenlerden dolayı karşılaşılan sorunların giderilebilmesi için öğretmenlerin etkili HİE almaları ve yapısalcı kuramın derinlemesine işlenmesi yönündedir.

Gürses (2006), 5E öğretim modeline göre geliştirilen çalışma yaprakları ve öğretmen rehber materyalinin, ilköğretim 6.sınıf öğrencilerinin “Durgun Elektrik” konusundaki başarıları üzerine etkilerini incelemiştir. Ön test-son test kontrol gruplu desende yürütülen araştırmanın verileri 19 soruluk başarı testi, sınıf içi gözlemler ve öğrencilerin kendini ve etkinlikleri değerlendirmelerinden elde edilmiştir. Çalışmada, 20 öğrenciden oluşan deney grubuna çalışma yaprakları ve 20 öğrenciden oluşan kontrol grubuna da geleneksel yöntem uygulanmıştır. Araştırmada, 5E öğretim modeline göre geliştirilen çalışma yapraklarının öğrencilerin başarılarını artırdığı, bilişsel ve sosyal gelişimlerini ve kavram öğretimini desteklediği tespit edilmiştir. Bu başarının, çalışma yapraklarında yer alan karikatür ve resimlerin, ilginç etkinliklerin yanı sıra günlük hayatla kurulan bağlantıların ve değerlendirme kısımlarında yer alan oyun, bulmaca gibi etkinliklerin öğrencilerin ilgisini çekmesinin, dolayısıyla uygulamalarda öğrenmeye ve paylaşma isteklerinin bir sonucu olduğuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğrencilere 4. ve 5. sınıfta fizik kavramlarının tam ve doğru olarak öğretilmediği, yapısalcı ve aktif öğrenme sürecine dayalı öğretim modellerinin fazla kullanılmadığı ulaşılan diğer sonuçtur. Çalışmada, uygulanabilirliği yüksek olduğu ifade edilen 5E öğretim modelinin, öğretmenlere etkili bir şekilde tanıtılması ve uygulama sürecinde sunulan kavramların günlük hayatla ilişkilerinin kurulması önerilmektedir. Ayrıca, bu modele göre hazırlanmış rehber materyallerin öğrencilerin tutumlarına olan etkisinin incelenmesi, daha geçerli ve güvenilir veriler elde edilmesi için uzun süreli, geniş kapsamlı gözlemler yapılması önerilmektedir.

Sağlam (2006), ilköğretim 5. sınıf fen bilgisi “Ses ve Işık” ünitesi ile ilgili 5E modeline göre geliştirilen rehber materyalin etkililiğini araştırmıştır. 2003–2004 eğitim-öğretim yılı güz döneminde yapılan uygulamanın verileri araştırmacı tarafından geliştirilen “Ses ve Işık Ünitesi Başarı Testi” ve “Fen Bilgisi Tutum Ölçeği” ile toplanılmıştır. Çalışmanın örneklemini deney grubunda 35 öğrenci ve kontrol grubunda 35 öğrenci olmak üzere toplam 70 kişi oluşturmaktadır. Çalışmada aynı zamanda 5E öğretim modeline uygun olarak tasarlanan yapılandırmacı Öğrenme Ortamlarını Değerlendirme Anketi, öğrenci gözlem formu, sınıf içi öğrenci gözlem kayıtları, öğretmen ve öğrenci mülakatları çalışmada kullanılan diğer veri toplama araçlarıdır. Deneysel yaklaşımla yürütülen çalışma sonunda 5E öğretim modelinin uygulandığı deney grubu öğrencilerinin başarıları ve tutumları, kontrol grubu öğrencilerine göre anlamlı şekilde arttığı belirlenmiştir. Yapılan gözlemlerde deney grubu öğrencilerinin kendi öğrenmelerinde sorumluluk alarak etkinliklere katıldıkları tespit edilmiştir. Çalışma sonunda deney grubu öğrencilerinde başlangıçta var olmayan kavram yanlışlarının uygulama sonunda meydana geldiği, ön testteki yanlış oranının %15,2’den %7,7’ye düştüğü belirtilmiştir. Deney grubu öğretmenine, uygulamaya ve yapısalıcı yaklaşıma yönelik yeterli düzeyde eğitim verilmemesi, öğrencilerin yapması gereken yorumların öğretmen tarafından yapılması, bütün gruplara yeterli miktarda araç-gereç temin edilememesi, bazı etkinliklere özellikle derinleştirme basamağına yeterli sürenin ayrılmasının uygulamanın sonuçlarını olumsuz etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma sonunda ders kitaplarının öğrencileri yönlendirici ve motive edici özellikte hazırlanması, öğretmenlere gerekli ve yeterli düzeyde bilgi verilmesi, öğrenci portfolyo dosyalarından yeterli düzeyde yararlanılması, etkinliklerin öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerilerinin üçüne yönelik olması ve diğer konu veya kavramlara yönelik rehber materyallerin geliştirilmesi önerisinde bulunulmuştur.

Özsevgeç (2007) çalışmasında ilköğretim 5. sınıf Fen ve Teknoloji Öğretim Programı’nda yer alan Kuvvet ve Hareket ünitesine yönelik 5E öğretim modeline göre öğrenci ve öğretmen rehber materyalleri geliştirmiş ve bu materyallerin etkililiklerini araştırmıştır. Geliştirilen rehber materyaller, farklı ilköğretim okullarının 5. sınıflarında öğrenim gören 37 deney grubu öğrencisi ve 34 kontrol grubu öğrencisine uygulanmıştır. Çalışmanın verileri; Kuvvet ve Hareket Ünitesi Kavramsal Anlama Testi (KUHKAAT), Kuvvet ve Hareket Ünitesi Başarı Testi (KUHBAT), Fen ve Teknoloji Dersi Tutum Anketi (FETA), Fen ve Teknoloji Etkinlikleri Tutum Anketi (FETTA), BORAN, yarı-

yapılandırılmış sınıf içi gözlemler ve öğrenci ve öğretmen mülakatları ile toplanmıştır. Elde edilen nicel veriler; Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi, Mann Whitney U-Testi, bağımlı t-testi, bağımsız t-testi ve ANOVA ile analiz edilirken rehber materyallerin kalıcılığa etkisi Tekrarlı Ölçümler Analizi ile araştırılmıştır. Nitel veriler ise nitel teknikler kullanılarak analiz edilmişlerdir. 5E öğretim modeline göre geliştirilen rehber materyaller, kavramsal değişimi gerçekleştirmiş ve bu değişimlerinin kalıcı olmasını sağlamıştır. Ayrıca, rehber materyaller öğrencilerin akademik başarıları arttırmakla birlikte, tutumlarında da pozitif ve kalıcı etkiler meydana getirmiştir. Sınıf içi gözlemlerde ve mülakatlarda uygulamanın öğrenciler tarafından benimsendiği ve portfolyo kullanımının motivasyonlarını ve başarılarını arttırdığı tespit edilmiştir.

Er Nas (2008) çalışmasında, ilköğretim 6. sınıf Fen ve Teknoloji Öğretim programında yer alan “Isının Yayılma Yolları” konusunda, 5E öğretim modelinin derinleştirme aşamasına yönelik çalışma yaprakları geliştirmiş ve uygulamıştır. Çalışma ön test-son test kontrol gruplu desende yürütülmüştür. Deney grubunda (N=24) dersler araştırmacının hazırlamış olduğu, yapılandırmacı öğrenme kuramının 5E öğretim modelinin derinleşme aşamasına yönelik olarak geliştirilen çalışma yaprakları ile yürütülürken, kontrol grubuna (N=23) araştırmacı tarafından herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır. Kontrol grubunda mevcut ders kitapları takip edilmiştir. Deney grubunda “Isının Yayılma Yolları” konusu 8 ders saatinde işlenmiştir. Uygulama öğretmeni dersin girme, keşfetme, açıklama ve değerlendirme aşamalarında mevcut ders kitaplarına (Öğretmen Kılavuzu, Öğrenci Ders Kitabı, Öğrenci Çalışma Kitabı) uygun olarak dersi yürütmeye çalışmıştır. Fakat dersin derinleştirme aşamasında ders kitaplarına bağlı kalınmayarak araştırmacı tarafından hazırlanan çalışma yaprakları kullanılmıştır. Sonuç olarak; (1) öğretmenlerin yapılandırmacı öğrenme kuramının 5E öğretim modelinin bütün aşamalarında ve özellikle derinleşme aşamasında sorunlar yaşadıkları, (2) çalışma yapraklarının uygulanmasından sonra grupların bilgi ve derinleşme aşamasında kavramsal değişim düzeylerinde deney grubu lehine anlamlı bir farklılığın bulunduğu, (3) öğrencilerin bilgi aşamasındaki düzeylerinin derinleşme aşamasındaki faaliyetlerini olumlu yönde etkilediği, (4) çalışma yapraklarında günlük hayatta yer alan olaylara yer verilmesinin öğrencilerin konuyu anlamalarına olumlu katkılar sağladığı tespit edilmiştir. Ayrıca, derinleştirme aşamasına yönelik olarak hazırlanan materyaller ve etkinliklerde öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları olaylara yer verilmesi ve 5E öğretim modelinin

derinleştirme aşamasına uygun olarak farklı fen konularına yönelik materyallerin hazırlanması önerilmiştir.

Süzen (2009), ilköğretim 4. sınıf düzeyinde kuvvet ve hareket konusuna yönelik 5E modeline göre yürütülen derslerin, yapılandırılmış grid yöntemiyle değerlendirilmesi sonucu öğrenci başarı üzerindeki etkisini araştırmıştır. Ön test-son test kontrol gruplu desende yürütülen araştırmanın örneklemini, 32'si deney grubunda ve 32'si kontrol grubunda yer almak üzere 64 ilköğretim 4. sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Deney grubuna araştırmacı tarafından, aynı konu 5E metoduyla yürütülürken, kontrol grubunda sınıf öğretmenleri tarafından geleneksel metotlarla öğretim yapılmıştır. Çalışmada değerlendirme öğrenme-öğretme sürecinin sonunda değil süreç boyunca yapılandırılmış grid yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Konuyla ilgili hazırlanan 12 hücreli yapılandırılmış grid, deney ve kontrol grubuna ön test-son test olarak uygulanmıştır. Deney grubuna, dikkat çekme, keşfetme, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme evrelerini içeren, 5E metoduna göre hazırlanmış aktiviteler kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda, yapılandırılmış grid ile değerlendirilen öğrenci başarıları bakımından 5E modeline göre yürütülen derslerin, geleneksel derslere göre anlamlı düzeyde daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, modelin etkili bir öğretim modeli olduğu ve derslerde bu modelin kullanılmasının yanı sıra değerlendirme sürecinin de alternatif etkinliklerle çeşitlendirilerek uygulanması gerektiği önerilmiştir.

5E öğretim modelinin ilköğretim öğrencilerinin, fizik konularını öğrenmelerine yönelik olumlu etkileri, ortaöğretim ve yükseköğretim düzeyindeki fizik derslerinde de sürmüştür. Aşağıda ortaöğretim ve yüksek öğretimde, fizik konularına yönelik 5E öğretim modelinin kullanıldığı çalışmalar özetlenmiştir.

Keser (2003) araştırmasında, lise 2. sınıf manyetik indüksiyon konusu ile ilgili etkinlikler geliştirerek 5E öğretim modeline uygun bir yapısalıcı öğrenme ortamı tasarlamış ve uygulamıştır. Dört aşamadan oluşan çalışma, 2000–2002 yılları arasında 36 öğretmen ve 206 öğrenci ile anket, mülakat ve gözlem yapılarak özel durum yaklaşımı ile yürütülmüştür. Çalışmada ilk olarak geleneksel fizik sınıflarındaki etkinlikleri şekillendiren faktörler belirlenerek tasarlanan yapısalıcı öğrenme ortamına yönelik ön test oluşturulmuştur. Hazırlanan taslak modelin, uygulanabilirliğine yönelik iki pilot çalışma yapılmıştır. Çalışmaya yönelik asıl uygulama Trabzon'daki bir Anadolu Lisesinin iki sınıfında bulunan toplam 60 öğrenci ve bu sınıfların fizik derslerini yürüten bir fizik öğretmeniyle yürütülmüştür. Çalışmanın ürünlerini yapısalıcı öğrenme ortamı modeli,

modelin uygulanabilirliğine yönelik geliştirilen materyaller ve geçerliği ve güvenilirliği sağlanan BORAN isimli anket oluşturmaktadır. Çalışma sonunda, 5E öğretim modeline uygun olarak geliştirilen yapısalıcı öğrenme ortamı modelinin Türk eğitim sistemi için uygulanabilir bir yapıya sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışma sonunda 5E öğretim modeline uygun olarak tasarlanan öğrenme ortamlarında gerçekleşen öğrenmenin niteliğine yönelik daha ayrıntılı değerlendirmeler yapılması gerektiği, bunun için kavramsal gelişime bakılarak grup çalışması ve işbirliğine dayalı sürecin öğrenme üzerine yaptığı katkıların araştırılması önerilmiştir. Çalışmada sunulan önerilerden bir diğeri ise kaynak doküman, araç-gereç, sınıf şartları, öğretmen ve öğrencilerin özellikleri gibi faktörlere dikkat edilerek öğrenme ortamının tasarlanmasıdır.

Karagöl (2004) çalışmasında, yapılandırmacı öğrenme kuramına uygun olarak çalışma yaprakları geliştirmiş ve bunların 10. sınıf öğrencilerinin hız ve ivme konularındaki kavram yanlışlarını gidermeye yönelik etkisini araştırmıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak 14 çoktan seçmeli ve 5 açık uçlu sorudan oluşan, kavram yanlışlarını belirleme testi geliştirilerek, testin pilot çalışması 26 öğrenci ile yapılmış ve kavram yanlışları belirlenerek sınıflandırılmıştır. Çalışma yaprakları, belirlenen kavram yanlışlarını gidermeye yönelik geliştirilmiştir. Çalışmaya, 20 deney ve 20 kontrol grubu olmak üzere toplam 40 öğrenci katılmıştır. Uygulama sonunda, çalışma yaprakları ile yürütülen derslerin öğrencilerin daha fazla ilgilerini çektiği, kavram yanlışlarını gidermede geleneksel yöntemle göre daha etkili olduğu ve öğrenciye bilgiyi oluşturma imkânını daha iyi sağladığı belirlenmiştir. Ayrıca, öğrencilerin hız ve ivme kavramlarında çeşitli yanlışlarının olduğu, öğretmenlerin geleneksel yöntemi ağırlıklı olarak kullanmayı tercih etmelerine rağmen çağdaş yöntem ve tekniklere yönelik eğitime ve bunlara uygun geliştirilen materyallere ihtiyaç duydukları belirtilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre fizik kavramlarını temel alan çağdaş yöntem ve tekniklere göre hazırlanan öğretmen ve öğrenci rehber materyallerinin geliştirilmesi ve bunların uygulanması önerilmiştir.

Ergin (2006) çalışmasında, 5E öğretim modelinin fizik eğitiminde öğrencilerin akademik başarılarına, tutumlarına ve hatırlama düzeylerine etkisini “iki boyutta atış hareketi (yatay ve eğik atış hareketleri)” konularında geliştirilen materyalleri yarı-deneysel yöntem kullanarak araştırmıştır. Deney grubundaki öğrenciler 5E öğretim modeli esas alınarak geliştirilen çeşitli aktiviteleri tamamlamıştır. Model uygulanırken, öğrenciler arası etkileşimi ve rekabeti artırmak için gruplar oluşturulmuş, bu gruplara çeşitli aktiviteler, laboratuvarında deneyler yaptırılmış, görsel ve işitsel görüntüleri kapsayan gösteriler,

durumsal çalışmalar, yaşamsal örnekler gösterilip, yaptırılmış ve bu konular öğrencilere ödev olarak verilerek araştırmaları sağlanmıştır. Kontrol grubuna geleneksel öğretim uygulanmıştır. Her iki gruba uygulamalar araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışma, GATA Sağlık Astsubay Hazırlama Okulu 1. sınıf öğrencileri ile birlikte araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Çalışmanın, askeri okulda yapılmasından dolayı örneklemedeki öğrencilerin tamamı erkek olup 44'ü deney grubunu, 40'ı da kontrol grubunu oluşturmuştur. Çalışmanın verileri; yatay atış hareketi ve eğik atış hareketi çoktan seçmeli başarı testleri açık uçlu başarı testleri, kavram bilgi testleri, atışlar konusu tutum anketi ve mantıksal düşünme yeteneği testi ile alınmıştır. Çalışma sonunda, 5E öğretim modelinin uygulandığı sınıfta öğrencilerin başarılarının uygulanan testlerde kontrol grubuna göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Aynı şekilde, deney grubu öğrencilerin tutumlarında da anlamlı bir değişim meydana gelmiştir.

Aydoğmuş (2008), lise 2. sınıf İş-Enerji konusunda 5E öğretim modeline göre yapılan öğretim ile geleneksel öğretim yönteminin öğrenci başarısı ve tutumu üzerine etkisini karşılaştırmıştır. Kontrol grubu yarı deneysel desende gerçekleştirilen araştırmanın örneklemini 35'i kontrol grubu ve 35'i deney grubunda yer alan oluşturan toplam 70 fen lisesi öğrencisi oluşturmuştur. Çalışmada, kontrol grubuna geleneksel öğretim uygulanırken, deney grubuna 5E öğretim modeli kapsamında öğretim yapılmıştır. Buna göre yapılan öğretim uygulamaları için çalışma yapıları geliştirilmiş ve bilgisayar simülasyonlarından faydalanılmıştır. Araştırma sonunda, 5E öğretim modelinin uygulandığı deney grubunun geleneksel öğretim yapılan kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde, daha yüksek başarı sağladığı görülmüştür. Buna karşın, deney grubuyla, kontrol grubu arasında fizik dersine ait tutum düzeyleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ayrıca araştırmada, öğrencilerin enerji kavramı hakkında sahip oldukları bazı kavram yanlışları da ortaya çıkarılmıştır.

Hırça (2008) çalışmasında, 5E öğretim modeline uygun olarak geliştirilen ders materyalinin, geleneksel yöntemle göre kavramsal değişim etkisini ve 10. sınıf öğrencilerinin fizik dersi "İş, Güç ve Enerji" ünitesindeki alternatif kavramlarını araştırmıştır. Çalışmanın örneklemini, bir Anadolu Öğretmen Lisesinin iki farklı şubesindeki toplam 51 öğrenci oluşturmuştur. Çalışmada veriler, iş, güç ve enerji kavram testi, fizik dersi tutum ölçeği, mantıksal düşünme yeteneği testi ve yarı yapılandırılmış mülakatlarla toplanmıştır. Kavramsal değişim amacıyla kullanılan materyaller, 5E modelini temel almakta olup, bilgisayar destekli öğretim, çalışma yapıları ve kavramsal

değişim metinlerinden oluşmuştur. Sonuç olarak, “İş, Güç ve Enerji” ünitesindeki konularla ilgili kavramların öğrenciler tarafından anlaşılmasında ve bu konulardaki alternatif kavramların giderilmesinde, yapılandırmacı öğrenme kuramının geleneksel öğretim yöntemine göre daha etkili olduğu görülmüştür. Bunun nedeninin yapılandırmacı öğrenme kuramının öğrenciyi aktif hale getirerek kalıcı öğrenmeyi sağlaması olarak yorumlanmıştır. Çalışmada ulaşılan sonuçlara dayalı olarak, yapılandırmacı öğrenme kuramının kullanılması ile gerçekleştirilen öğretimin alternatif kavramları gidermede etkili sonuçlar verdiği dikkate alındığında, diğer fen konularının öğretiminde de uygulanması önerilmiştir.

Keskin (2008), özel fen lisesi öğrencileri üzerinde yürüttüğü çalışmada, basit sarkaç: basit harmonik hareket konusunda 5E öğretim modelinin 11. sınıf öğrencilerinin kavramları öğrenmesine ve fizik dersine karşı tutumlarına etkisini araştırmıştır. Çalışmada, araştırmacı tarafından hazırlanan çoktan seçmeli öğrenme testi, kavram testi ve tutum testi, deney ve kontrol grubuna ön- test-son test olarak uygulanmıştır. 18 öğrenciden oluşan deney grubuna basit sarkaç konusundaki 5E öğretim modeline göre hazırlanan çalışma yaprakları yardımıyla dersler işlenirken, yine 18 öğrenciden oluşan kontrol grubunda geleneksel yöntem izlenmiştir. Çalışmanın sonunda literatürde yer alan diğer çalışmaların aksine, deney ve kontrol grubu arasında başarı ve tutum bakımından anlamlı bir farklılık görülmemiştir.

Altun Yalçın, Açışlı ve Turgut (2010), kuvvet ve hareket konularında 5E öğretim modelinin fen bilgisi öğretmenliği birinci sınıf öğrencilerinin, bilimsel işlem becerileri ve Genel Fizik I Laboratuvarı dersine yönelik tutumlarına etkisini incelemiştir. Genel Fizik I Laboratuvarı dersi kapsamında yürütülen çalışmada, yarı deneysel ön test-son test kontrol gruplu desen kullanılarak, deney grubuna (N=30) 5E öğretim modeli, kontrol grubuna (N=30) ise doğrulayıcı laboratuvar modeli uygulanmıştır. Verilerin elde edilmesinde “Fizik Laboratuvarına Karşı Tutum Testi” ve “Bilimsel İşlem Becerileri Testi” kullanılmıştır. Çalışmada deney grubu öğrencileri 4-5 kişiden oluşan toplam yedi gruba ayrılmıştır. 5E öğretim modeline göre her bir deney için ayrı ayrı hazırlanmış olan deney kitapçıkları öğrencilere verilmiştir. Deney kitapçıklarında deneyler; öğrencide merak uyandırma, düşünmeye sevk etme, keşfetme, araştırma yapma, eski bilgilerini karşılaştıkları yeni durumlarda kullanabilme ve bilgilerinin doğruluğunu test edebilmeye olanak sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Kontrol grubunda ise, geleneksel doğrulama laboratuvar uygulamaları yapılmıştır. Öğrenciler 7 gruba ayrılarak, her bir deneyi rehber öğretmen kontrolü altında

yapmışlardır. Elde edilen bulgular ışığında, hem tutum hem de bilimsel işlem becerileri bakımından deney ve kontrol grubu arasında deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın sonunda öğretmen adaylarının günlük hayatta ve meslekleri yaşamlarında kullanabilecekleri üst düzey düşünme becerilerinin gelişmesini sağlayacak modellerin derslerde uygulanması önerilmiştir.

1.9.2. Bağlam Temelli Yaklaşımın Kullanıldığı Çalışmalar

Yapılan literatür taramasında, bağlam temelli yaklaşımın özellikle 1995'ten sonra fizikte kullanılmaya başlandığı görülmektedir. Ancak elde edilen literatürün büyük bir kısmı uluslararası düzeyde olup, ulusal düzeyde sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Çalışmaların fiziğin farklı konularında yapıldığı ve bazılarının öğretim, bazılarının da değerlendirme odaklı olduğu göze çarpmaktadır. Bu çalışmaların bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Rennie ve Parker (1996), yaptıkları araştırmada iki farklı fizik öğrenci grubuna farklı türde fizik problemleri yöneltmişlerdir. Birinci gruptaki problemlerde kavramlar soyut bir şekilde doğrudan verilmiş, ikinci grupta ise yaşam temelli bağlamlar kullanılarak gerçek hayattan örneklere yer verilmiş ve problem bir olay üzerine kurgulanmıştır. Öğrenciler grup tartışmaları yaparak problemlerin çözümü üzerinde çalışmışlardır. Değerlendirmeler sonucunda yaşam temelli bağlamlar kullanılan sorularda öğrencilerin daha iyi performans gösterdikleri belirlenmiştir. Ayrıca öğrenciler; yaşam temelli bağlamların kullanıldığı soruları gözlerinde canlandırabildiklerini ve somutlaştırarak daha iyi anladıklarını ifade etmişlerdir.

Benckert (1997), bağlam temelli yaklaşımı işbirlikli grup çalışması yöntemiyle birleştirerek, üniversite öğrencilerine yönelik fizik derslerinde uygulamıştır. Çalışmada kullanılan bağlamlar, günlük yaşamda karşılan durumlardan seçilerek, fizik öğretim materyallerine entegre edilmiştir. Kontrol gruplu olarak yürütülen çalışmada, kontrol grubuna geleneksel öğretim yapılmıştır. Çalışmanın sonunda, bağlam temelli işbirlikli grup çalışmalarının yürütüldüğü deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine göre daha fazla olumlu tutum geliştirdikleri ve motive oldukları ortaya konulmuştur. Çalışmada öğrencilerin uygulanan yöntemlere göre test performansları ya da akademik başarılarındaki değişimi incelemeye yönelik herhangi bir analiz yapılmamıştır.

Whitelegg ve Edwards (2001), SLIPP projesinde geliştirilen materyalleri üç farklı okulda toplam 38 öğrenciye uygulamışlardır. Uygulama sonunda öğrencilerle yürüttükleri mülakatlarda, öğrencilerin büyük bir çoğunluğu bağlam temelli fizik öğretimini, geleneksel fizik derslerine göre daha anlaşılır, ilginç ve akılda kalıcı bulduklarını belirtmişlerdir. Bununla birlikte bir kız öğrenci kullanılan bağlamların hiç ilgisini çekmediğini, bir kız ve bir erkek öğrenci ise kavramları birbirine karıştırdığını ifade etmiştir. Ancak burada birkaç erkek öğrencinin, kullanılan bağlamları hiç fark etmemeleri, kaygı verici bir sonuç olarak yorumlanmıştır.

Kaschalk (2002), bir üniteden oluşan bağlam temelli öğretim uygulamasının, lise öğrencilerinin motivasyonları üzerine etkisini incelemiştir. Uygulamanın gerçekleştirildiği öğrencilerin fizik öğretmeni de olan araştırmacı, müfredatta yer alan elektrik, manyetizma, elektromanyetik uygulamalar gibi konuların öğretimi için, yaz tatilinde 10 hafta süreyle, bir elektrik-gerilim test laboratuvarında asistanlık yapmıştır. Araştırmacı bu sayede, sınıfta öğreteceği konuları, gerçek yaşamla ilişkilendirebileceği bağlamları belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmacı, öğretim yılı başladığında öğrencileriyle bu laboratuvara bir gezi düzenlemiştir. Bu gezide öğrencileri laboratuvar görevlileriyle tanışmışlar, gerilim ölçümlerinin nasıl yapıldığını gözlemişler ve görevlilere bazı işleri yapmalarında yardımcı olmuşlardır. Örneğin, ilk kez 10 kV gibi yüksek bir gerilimi ölçmeyi başarmışlardır. Çalışmada, öğrencilerin sınıflarına döndükten sonra hiç olmadıkları kadar derse katılmaya istekli ve motive edilmiş oldukları gözlenmiştir. Genel olarak uygulamaya odaklanılan araştırmada, öğrencilerin öğrenmelerinden, ya da uygulamanın geleneksel öğretime göre başarılı olup olmadığından söz edilmemiştir.

Cooper, Yeo ve Zadnik (2003), çalışmalarında üç lisede öğrenim gören 78 öğrenciye, üç hafta süreyle nükleer teknoloji konusunda bağlam temelli öğretim ve değerlendirme etkinlikleri uygulamışlardır. Araştırmada, “nükleer radyasyon ve uygulama alanları konusunda öğrencilerin inançları ve anlamalarına bağlam temelli öğretimin etkisi var mıdır?” sorusuna cevap aranmaya çalışılmıştır. Kontrol grubu kullanılmayan çalışmada, öğrencilere ön test-son test olarak nükleer fizik kavram testi uygulanmıştır. Veri analizi sonucunda öğrencilerin nükleer teknolojilerin uygulamaları ve radyasyonun insan sağlığı üzerindeki etkileri hakkında kavramsal öğrenme gerçekleştirdikleri ancak nükleer enerjinin potansiyel zararları konusunda korkuya kapıldıkları belirlenmiştir.

Park ve Lee (2004), geleneksel yöntemle fizik öğretimi yapılan 93 lise öğrencisine 4 farklı test uygulamışlardır. Bu testlerin 2 tanesi bağlam temelli yaklaşımla, iki tanesi soyut

kavramların oluşturduğu geleneksel yöntemle hazırlanmış sorulardan oluşturulmuştur. Aynı becerileri ölçmeyi amaçlayan iki farklı gruptaki testlerde öğrenci başarıları karşılaştırıldığında, ilk grupta bağlam temelli yaklaşım testinde, diğer grupta ise geleneksel testte öğrencilerin daha iyi performans sergiledikleri ortaya çıkmıştır. Bu durum her iki yaklaşımın birbirine denk sonuçlar verdiği şeklinde yorumlanmıştır. Ancak testlerden sonra öğrencilere uygulanan ankette, öğrenciler bağlamsal yaklaşımın kullanıldığı testleri diğerine göre tercih edeceklerini ve bağlamsal yaklaşımın kullanıldığı soruları daha ilgi çekici ve anlaşılabilir bulduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca, yürütülen mülakatlarla, öğrencilerin bağlam temelli problem çözme süreçlerini olumsuz olarak etkileyen altı faktörün olduğu belirlenmiştir:

1. Bazı öğrenciler problemde sunulmayan kişisel ya da öznel yargıları, probleme yüklemeye çalışmışlardır,
2. Bazı öğrenciler problemde yer alan bağlamları ya da durumları anlayamamışlardır,
3. Bazı öğrenciler cümlelerin içinde verilen bilgileri anlamlandıramamışlardır,
4. Bazı öğrenciler problemi tanımlayan önemli bilgileri, uzun cümleler nedeniyle dikkatlerinden kaçırmışlardır,
5. Bazı öğrenciler problemi çözmek için problemle ilgisi olmayan bilgilerle uğraşmışlardır,
6. Bazı öğrenciler, problemlerin okulda karşılaştıkları sıradan problemlere benzememesi nedeniyle, zor olduğunu düşünmüşlerdir (Park ve Lee, 2004).

Rayner (2005) çalışmasında, fizik tedavi öğrencilerine yıl boyunca, fizik konularını sunarken fizik tedavi ile ilgili bağlamlar kullanmak yoluyla, bağlam temelli öğretim uygulamıştır. Araştırmacı bu uygulamayla, öğrencilerin hem fiziği daha iyi anlamalarını hem de meslekleriyle fizik konuları arasında ilişki kurmalarını sağlamayı amaçlamıştır. Öğrencilere uygulanan öğretim ve değerlendirme etkinlikleri, fizyoterapi durumlarını, fizik bilgilerini kullanarak analiz etmeyi gerektirecek şekilde seçilmiştir. Bu sayede öğrencilerden, bir durumu açıklamak için fizik bilgilerinin nasıl kullanılabileceğinin yanında, öğrendikleri bilgileri de açığa çıkarmaları beklenmiştir. Öğrencilerin düşünceleri, uygulama süresince bir anket yardımıyla kayıt altına alınmıştır. Araştırma sonunda, fizyoterapiyle ilgili bağlamların, fizik konularının içine entegre edilerek uygulanmasının öğrencilerin motivasyonlarını artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin bilgileri ezberlemek yerine, anlamlı öğrenme gerçekleştirdikleri ve problemleri çözmeye

başladıkları ortaya konulmuştur. Araştırmanın verileri yalnızca son test olarak toplanmış, araştırma öncesinde herhangi bir ön test uygulanmamıştır. Ayrıca kontrol grubu da kullanılmadığından sonuçların karşılaştırılması da mümkün olmamıştır.

Murphy, Lunn ve Jones (2006), çalışmalarında lise öğrencilerinin radyoaktivite konusundaki öğrenme performanslarını incelemiştir. Araştırmada 53 öğrenciden oluşan deney grubuna, radyasyon ve sağlık, radyoaktif atıklar ve nükleer enerji üretimi gibi günlük yaşamdan bağlamların kullanıldığı bağlam temelli öğretim, 81 öğrenciden oluşan kontrol grubuna ise geleneksel öğretim yapılmıştır. Açık uçlu sorulardan oluşan kavram testinin ön test ve son test olarak uygulandığı çalışmada, kız ve erkek öğrencilerin öğrenme performansları ayrı ayrı ele alınmıştır. Buna göre, bağlam temelli öğretim uygulamaları özellikle kız öğrencilerin ilgilerini artırmada ve öğrenme performansları üzerinde olumlu etki göstermiştir. Benzer etkiler, erkek öğrenciler üzerinde de gözlenmesine karşın, kız öğrencilerin seviyesine ulaşamamıştır.

Ng ve Nguyen (2006), Vietnam'da gerçekleştirdikleri çalışmada fizik öğretmenlerinin bağlam temelli yaklaşımı ve günlük yaşamda karşılaşılan olayları derslerinde kullanma durumlarını araştırmışlardır. 20 fizik öğretmeni üzerinde yürütülen araştırmada öğretmenlerin konuyla ilgili görüşleri anket yardımıyla elde edilmiştir. Elde edilen bulgular, öğretmenlerin çoğunluğunun günlük yaşam bağlamlarını derslerinde sık sık ya da her zaman kullanmaya çalıştıklarını ve yaklaşımın öğrenciler için yararlı olduğuna inandıklarını göstermektedir. Öğretmenler, bağlam temelli yaklaşımı derslerde ve laboratuvar uygulamalarında gerektiği gibi kullanamamalarına gerekçe olarak; zaman yetersizliğini, ders kitaplarının içeriğinin yetersiz olmasını ve müfredatların uygun olmamasını sunmuşlardır.

Bağlam temelli yaklaşım, yaklaşık 30 yıllık bir geçmişe sahip olmasına karşın, ulusal literatüre 2007 Fizik Dersi Öğretim Programıyla birlikte gerçek anlamda girmeyi başarmıştır. Bu nedenle, yaklaşımın fizik eğitimindeki uygulamalarıyla ilgili literatürde sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmaktadır. Bu çalışmalardan biri Ünal (2008) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 6. sınıf öğrencilerine yönelik Madde ve Isı ünitesine yönelik gerçekleştirilen bağlam temelli öğretimin, öğrencilerin akademik başarılarına, derse yönelik tutumlarına etkisi ve öğrencilerin kullanılan yaklaşıma ilişkin görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kontrol gruplu ön test-son test deneysel yaklaşımın kullanıldığı çalışmada 24 öğrenciden oluşan deney grubunda bağlam temelli öğretim, 22 öğrenciden oluşan kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yapılmıştır. Çalışmada veri

toplama aracı olarak; çoktan seçmeli ve kavram soruları olmak üzere iki kısımdan oluşan bir başarı testi, fen ve teknoloji dersi tutum ölçeği ve yaşam temelli yaklaşıma ilişkin görüş ölçeği kullanılmıştır. Analizler sonucunda öğrencilerin başarı testinin çoktan seçmeli kısmından aldıkları puanlar arasında anlamlı bir farklılık olmazken, kavram sorularından aldıkları puanlar arasında bağlam temelli öğretim lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra, öğrencilerin tutum puanları arasında da iki öğretim yöntemi arasında anlamlı bir farklılık oluşmadığı belirlenmiştir. Kullanılan yaklaşıma ilişkin görüşlerinde ise öğrenciler; ders esnasında onlara sunulan örnekleri ve sunumları çekici bulduklarını, konu hakkındaki öğrenme isteklerinin arttığını, çalışmaların genel kültürlerini arttırdığını, sınıf ortamını etkin ve dersleri eğlenceli bulduklarını ve bu yaklaşımla ders işlemek istediğini belirtmişlerdir.

Çekiç Toroslu ve Güneş (2009), tarafından yapılan bir başka çalışmada, öğrencilerin enerji konusundaki kavramsal başarıları araştırılmıştır. Kontrol grubuna geleneksel öğretimin uygulandığı çalışmada, deney grubunda 7E öğretim modeline kapsamında bağlam temelli öğretim etkinlikleriyle dersler işlenmiştir. Çalışmaya 50 deney grubu ve 45 kontrol grubu olmak üzere 95 lise öğrencisi katılmıştır. Çalışmanın sonunda bağlam temelli yaklaşımla geleneksel yaklaşım arasında öğrencilerin kavramsal başarıları üzerine, deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir.

Yaman (2009) çalışmasında solunum ve enerji kazanımı konusunda öğrencilerin ilgisini çekebilecek bağlamları ve çalışma yöntemlerini belirlemeye çalışmıştır. Almanya’da 11. ve 12. sınıfta öğrenim gören 173 öğrenci üzerinde gerçekleştirilen çalışmada öğrencilere 4 bölümden oluşan vir anket uygulanmıştır. Anketin ilk bölümü demografik sorulardan ikinci bölümü ise öğrencilerin konuya genel ilgisi ve konu hakkındaki bilgilerini belirlemeye yönelik sorulardan oluşmaktadır. Üçüncü bölümde ders kitaplarında solunum ve enerji kazanımı ile doğrudan veya dolaylı olarak ilişkili konular incelenerek kitaplarda değinilen çeşitli bağlamlar listelenmiştir. Son bölümde ise ders kitaplarından ve öğretim programlarından yararlanarak solunum ve enerji kazanımı konusu işlenirken yapılabilecek etkinlikler yer almıştır. Araştırma sonuçları, öğrencilerin konuya genel ilgisi az olmasına karşın, konu çeşitli bağlamlarla ilişkilendirildiğinde öğrencilerin ilgilerinin önemli ölçüde arttığını göstermiştir.

Ulusal düzeyde yürütülen diğer bir araştırma kimya alanında gerçekleştirilmiştir. Demircioğlu (2008) çalışmasında, genel kimya dersini alan sınıf öğretmeni adaylarına yönelik “Maddenin Halleri” konusu ile ilgili bağlam temelli yaklaşımın benimsendiği bir

materyal geliştirmeyi ve bu materyalin alternatif kavramları giderme, eksik bilgileri tamamlama ve başarı bakımından etkilerini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Araştırmanın uygulamaları 36 sınıf öğretmenliği 1. sınıf öğrencisi üzerinde gerçekleştirilmiş ve kontrol grubu kullanılmamıştır. Çalışmada bağlam temelli yaklaşımla geliştirilen materyallerde, konuyla ilgili bağlamlar, olaylar yoluyla öğrencilere sunulmaya çalışılmıştır. Çalışmanın sonunda, bağlam temelli yaklaşımla yürütölen derslerin öğrencilerin anlamaları üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu ve öğrencilerin sahip oldukları alternatif fikirleri bilimsel anlamalara dönüştürmede etkili olduğu görölmüştür. Bununla birlikte, bağlam temelli yaklaşımın öğrencilerin kimyaya yönelik tutumlarını olumlu yönde geliştirdiği, ilgi ve motivasyonlarını artırdığı belirlenmiştir.

am (2008), bağlam temelli yaklaşımı sınıf öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerine yönelik biyoloji derslerinde uygulamıştır. Çalışmada bağlam temelli öğrenmenin, öğrencilerin biyoloji derslerindeki başarılarına, biyoloji dersine olan tutumlarına ve bilimsel işlem becerilerine karşı etkisi araştırılmıştır. Araştırmada ön test son test kontrol gruplu yarı deneysel araştırma deseni ve açık- kapalı uçlu sorulardan oluşan görüşme formunun birleştirilmesiyle elde edilen karma desen kullanılmıştır. Çalışmada, 41 öğrenciden oluşan deney grubunda, bağlam temelli öğrenme ilkelerine göre hazırlanmış işleniş planı uygulanırken, 53 öğrenciden oluşan kontrol grubu geleneksel öğrenme ile biyoloji derslerine devam etmiştir. Nicel veri toplama aracı olarak her bir konu için hazırlanmış başarı testleri, bilimsel işlem beceri testi ve biyolojiye karşı tutum ölçeği kullanılırken; nitel veri toplama aracı olarak açık ve kapalı uçlu sorulardan oluşan bir test uygulanmıştır. Yapılan analizler sonucu bağlam temelli öğrenme ile geleneksel öğrenme arasında öğrencilerin başarıları, biyolojiye karşı tutumları ve bilimsel işlem becerileri bağlamında anlamlı bir fark bulunmuştur. Bağlam temelli öğretim yönteminin etkisinin geleneksel öğretim yöntemine göre her bir bağımlı değişken için istatistiksel olarak önemli derecede daha fazla başarı artışı sağladığı görölmüştür.

Bağlam temelli yaklaşımın değerlendirme sürecinde kullanıldığı, ulusal düzeyde yapılan bir alışma Tekbıyık ve Akdeniz (2008b) tarafından yürütölmüştür. Araştırmada bağlam temelli yaklaşımla fizik problemlerinin hazırlanması için bir model geliştirilmesi, geliştirilen modele göre hazırlanan problemlerin geleneksel fizik problemlerine göre öğrenci başarısı üzerindeki etkililiğinin araştırılması ve öğrencilerin bu tür problemlere yönelik düşüncelerinin ortaya konması amaçlanmıştır. Çalışmada 30 lise öğrencisine enerji konusunda, aynı bilgi ve becerileri ölçmeyi amaçlayan bağlam temelli ve geleneksel

problemlerden oluşan iki test uygulanmıştır. Öğrencilerin her iki testten aldıkları puanlar nicel olarak karşılaştırıldığında, ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı belirlenmiştir. Testlerle ilgili yürütülen mülakatlar sonucunda ise, öğrencilerin bağlam temelli problemleri geleneksel problemlere göre daha anlaşılır, somutlaştırılabilir ve ilgi çekici buldukları belirlenmiştir.

Yukarıda özetlenen araştırma sonuçlarına bakıldığında, bağlam temelli yaklaşımın, öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik motivasyonlarını, ilgilerini, olumlu tutumlarını artırdığı, kavramsal gelişime ve akademik başarıya olumlu katkılar yaptığı görülmektedir. Ancak, bağlam temelli yaklaşımın fizik öğretimin kullanılmasına yönelik, ulusal literatürde çok az sayıda çalışmanın yer aldığı da göze çarpmaktadır. Fizik dersi öğretim programıyla birlikte, sınıflara girmesi ön görülen bu yaklaşımın, öğrenme ortamlarında etkin bir şekilde uygulanabilmesi için öğrencilere ve öğretmenlere yönelik, etkililiği araştırılmış materyallere ihtiyaç duyulabileceği açıkça görülmektedir.

1.9.3. Enerji Kavramı ve Enerji Konusunda Yapılan Çalışmalar

İlköğretimin ilk kademesinden itibaren, öğretim programlarında yer verilen enerji konusu, fizikteki temel kavramlardan biridir. Etkileri gözlemlenebilir ve ölçülebilir olmasına karşın, çeşitli türleri olması, soyut ve teorik bir doğasının olması nedeniyle, enerji kavramı için tüm durumları açıklayan bir tek tanımlama yapılamamaktadır (Diakidoy, Kendeou ve Ionnides, 2003; Sefton, 2004). Enerji denilince ilk olarak fizikteki enerji kavramı akla gelmekte ve kavram çoğunlukla “iş yapabilme kapasitesi” ya da “iş yapabilme yeteneği” olarak tanımlanmaktadır (Warren, 1982; Hırça 2004; Trefil ve Hazen, 2004; Papadouris vd., 2008). Doğada pek çok değişik formda bulunması ve disiplinler arası bir konu olması dolayısıyla, enerjinin bu şekilde tanımlanması; kesin, doğru ve evrensel bir tanımlama olmaktan uzaktır (Kurnaz ve Sağlam Arslan, 2009). Fizikte enerji kavramı; hareket ederken, ısınırken ve aydınlanma için kullanılan; ses, ısı ve ışık gibi etkileriyle hissedilen ve hesaplanabilen; kinetik, potansiyel, elektrik, ısı ve nükleer enerji gibi çeşitleri bulunan bir büyüklük olarak tanımlanır (Şahan ve Tekin, 2007). Biyolojide yaşamın temel kaynağı olarak kabul edilir. Kimya konularında ise enerji, kimyasal tepkime sırasında atomlar arasındaki bağların kırılması için gereken ve yeni bağların oluşması sırasında çevreye verilen ısı olarak tanımlanmakta ya da kimyasal enerjinin

elektrokimyasal pillerde elektrik enerjisine dönüştüğü açıklanmaktadır (Yürümezoğlu, Ayaz ve Çökelez, 2009).

Tüm bu bilimsel boyutlarının yanı sıra, enerjinin toplumsal boyutu da ihmal edilemeyecek kadar önemlidir. Çağımızda, enerji kaynakları yüzünden büyük savaşlar çıkmakta, tüm ülkeler gelecekte daha fazla enerjiye sahip olmanın yollarını aramaktadır. Dünyanın sınırlı doğal kaynaklarının yıkımı ve tüketilmeleri aynı zamanda, çağdaş toplumların temel özelliklerinden biri olan teknolojiye karşı giderek artan bir görevsizliği beraberinde getirmiştir. Toplumsal alanın sınırları içindeki hemen her türlü işin gerçekleştirilmesi için bir tür makineye gerek duyulması, enerjinin bireyler, toplumlar ve modern yaşam için ne kadar önemli olduğunu göstermektedir (Yılmaz ve Uzun, 2007). Giderek artan bilinçsiz enerji kullanımı, “enerji tasarrufu” ya da “enerji verimliliği” gibi kavramların günlük yaşamımıza girmesine neden olmuştur. Her yönüyle önemli bir kavram olan enerjinin, öğrencilerin yapılandırmakta en fazla zorluk yaşadıkları kavramlardan biri olduğu belirtilmektedir (Boyes ve Stanisstreet, 1990; Stylianidou, Ormerod & Ogborn, 2002).

Öğretimin çeşitli kademelerinde enerji konusunda yürütülen çalışmalar; konunun öğretimi için farklı öğrenme yaklaşımlarının kullanıldığı, yani öğretim sürecinin de araştırmanın bir parçasını oluşturduğu deneysel çalışmalar ve öğrencilerin enerji konusundaki kavramsal yapıları, anlamaları, düşünceleri ya da kavram yanılgılarını ortaya koymayı amaçlayan betimsel araştırmalar olarak iki kısımda incelenebilir. Genel olarak literatür incelendiğinde konuyla ilgili betimsel çalışmaların çoğunlukta olduğu görülmektedir. Başka bir deyişle araştırmacılar, enerji konusunun öğretime yönelik alternatif öğretim yaklaşımları kullanmak yerine çoğunlukla öğrencilerde var olan yapıları belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu durum, bu çalışmanın literatüre yapacağı katkının önemini biraz daha artırmaktadır.

Aşağıda enerji konusunun öğretime yönelik çeşitli alternatif uygulamaların kullanıldığı literatür özeti yer almaktadır.

Aydın ve Balım (2005) çalışmalarında, disiplinler arası bir nitelik taşıyan enerji konusunda, yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğretimin ilköğretim 7.sınıf öğrencilerinin bilişsel ve duyuşsal düzeyleri üzerine etkisini araştırmışlardır. 68 yedinci sınıf öğrencisinin katıldığı araştırmada deney grubuna yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğretim, kontrol grubuna ise geleneksel öğretim uygulanmıştır. Araştırmada, deney grubunda kullanılmak üzere "İş, Güç, Enerji ve Basit Makineler" konuları ile ilgili olarak yarı açık uçlu 23 deney,

2 anlam çözümleme tablosu, 1 kavram haritası, 2 CD gösterimi (1.'si iş, iş-enerji ilişkisi, enerji dönüşümleri ve basit makinelerle ilgili; 2.'si besinler, fotosentez ve solunumla ilgili), enerji dönüşümleri ile ilgili 2 levha ve her derste öğrencilerin deney vb. etkinlikleri grup arkadaşlarıyla yapabilmeleri için çok sayıda çalışma yaprakları hazırlanmıştır. Çalışma sonucunda, İlköğretim 7. sınıf düzeyinde, "İş, Güç, Enerji ve Basit Makineler" konuları işlenirken yapılandırmacı yaklaşımı temel alan disiplinler arası öğretimin (Fizik, Kimya ve Biyoloji ilişkili), öğrencilerin başarılarını ve fen dersine yönelik tutumlarını geleneksel öğretime göre daha fazla artırdığı ortaya konulmuştur. Bunun yanı sıra enerji kavramının Fizik, Kimya ve Biyoloji ile bütünleşmiş bir şekilde verilmesinin enerji ve enerjiyle ilişkili diğer kavramların öğrenilmesine yardımcı olduğu görülmüştür.

Aydoğmuş (2008), lise 2. sınıf İş-Enerji konusunda 5E modeline göre yapılan öğretim ile geleneksel öğretim yönteminin öğrenci başarısı ve tutumu üzerine etkisini karşılaştırmıştır. Kontrol gruplu yarı deneysel desende gerçekleştirilen araştırmanın örneklemini 35'i kontrol grubu ve 35'i deney grubunda yer alan oluşturan 70 fen lisesi öğrencisi oluşturmuştur. Çalışmada, kontrol grubuna geleneksel öğretim uygulanırken, deney grubuna 5E öğretim modeli kapsamında öğretim yapılmıştır. 5E modeline göre yapılan öğretim uygulamaları için çalışma yaprakları geliştirilmiş ve bilgisayar simülasyonlarından faydalanılmıştır. Araştırma sonunda, 5E öğretim modelinin uygulandığı deney grubunun geleneksel öğretim yapılan kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde, daha yüksek başarı sağladığı görülmüştür. Buna karşın, deney grubuyla, kontrol grubu arasında fizik dersine ait tutum düzeyleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ayrıca çalışmada, öğrencilerin enerji kavramı hakkında sahip oldukları bazı kavram yanılgıları da ortaya çıkarılmıştır.

Cerit Berber (2008), kavram değiştirme metinleri ve pedagojik-analojik modellerin kullanımının, 10. sınıf öğrencilerinin öğrencilerin iş, güç, enerji konusu ile ilgili başarılarına ve fizik dersi ile ilgili seçilmiş duyuşsal karakteristiklerine etkisini araştırmıştır. Üç deney ve bir kontrol grubunun kullanıldığı çalışmaya toplam 105 öğrenci katılmıştır. Araştırma sonuçları, iş-güç-enerji kavramlarını anlama açısından, kavramsal değişim yaklaşımlarının uygulandığı deney gruplarının geleneksel öğretim yaklaşımının uygulandığı kontrol grubuna göre daha başarılı olduklarını göstermiştir. Ayrıca kavramsal değişim yaklaşımlarının öğrencilerin fizik dersine olan ilgilerini ve dolayısıyla fizik dersine yönelik tutumlarını arttırdığı görülmüştür.

Paliç (2008) çalışmasında, ortaöğretim 9. sınıf enerji ünitesine yönelik beyin temelli öğrenme yaklaşımını esas alan web destekli öğretim materyali tasarlayarak, materyalin kullanılabilirliğini uzman görüşleri doğrultusunda incelemiştir. Materyal, fizik dersi öğretim programının enerji ünitesinde yer alan dört ana temadan ilk üçü (İş, Güç ve Enerji, Enerji Dönüşümleri ve Enerjinin Korunumu, Enerji Kaynakları) göz önüne alınarak tasarlanmıştır. Çalışmada geliştirilen öğretim materyalinin, web destekli öğretimin temel ilkelerine uygun ve kullanılabilir bir materyal olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ancak çalışmada materyalin uygulaması yapılmadığından, öğrencilerin enerji konusundaki anlamalarına etkisi hakkında bir sonuç ortaya konulmamıştır.

Enerji konusuna öğretime yönelik sınırlı sayıda çalışma yapılmış olmasına karşın, öğrencilerin bu konu hakkındaki kavramsal yapılarını, anlamalarını veya kavram yanılgılarını belirlemeye yönelik çalışmaların da literatürde yer aldığı görülmektedir. Aşağıda bu çalışmaların bazıları özetlenmeye çalışılmıştır.

Watts (1983), fen öğretmenlerinin ve öğrencilerin enerji kavramına olan bakış açılarından hareketle, enerji ile ilgili karmaşık durumları tanımlama ve analiz etmede faydalı olacağını belirttiği bir sınıflama yapmıştır. Bu sınıflamaya göre enerji öğretiminde faydalanılabilecek 7 farklı bakış açısı (enerji insan merkezlidir, enerji depo edilebilir, enerji oluşumdaki bileşenlerden biridir, enerji açık bir aktivitedir, enerji bir sonuçtur, enerji işlevseldir, enerji akışkandır) bulunmaktadır (akt. Kurnaz, 2007).

Ogborn (1990)'a göre, öğrenci ve öğretmenler enerjiyi maddedeki değişimin nedeni olarak düşünmekte; enerjiyi, canlı olmakla sahip olunan hayati bir olay olarak görmekte, enerji, aktivite, eylem, güç, kuvvet gibi sözcükleri birbirinin yerine kullanmaktadırlar. Trumper (1998) çalışmasında fizik öğretmen adayların enerji konusundaki kavramsal gelişim süreçlerini 4 yıllık boylamsal bir araştırmayla incelemeye çalışmıştır. 25 fizik öğretmen adayı üzerinde yürütülen çalışmada, iki kısımdan oluşan bir anket yardımıyla veriler toplanmıştır. Anket 4 yıl boyunca, her öğretim yılının başında öğrencilere uygulanmıştır. Anketin ilk kısmında enerji kavramıyla ilgili çeşitli resimler yer almıştır ve öğrencilerin bu resimlerdeki durumları tanımlamaları istenmiştir. İkinci kısımda ise verilen bir durum karşısında, öğrencilerin bilimsel bilgilere göre görüşlerini belirlemeyi amaçlayan doğru, yanlış, anlamadım ve emin değilim seçeneklerinden oluşan sorular bulunmaktadır. Çalışma süreci sonunda enerji ile ilgili öğretmen adaylarının enerji ile ilgili anlamalarının geliştiği, algılamalarının arttığı, buna karşın çeşitli alternatif düşüncelere sahip oldukları belirlenmiştir. Bu alternatif düşünceler arasında; öğretmen adaylarının enerjiyi soyut

olmayan, somut bir varlık gibi algılanması, enerji ile kuvvet kavramlarının karıştırılması, yalnızca hareket eden cisimlerin enerjiye sahip olabileceği yer almaktadır.

Gülçiçek ve Yağbasan (2004) ise araştırmalarında, lise 2. sınıf öğrencilerinin mekanik enerjinin korunumu konusunda çeşitli kavram yanlışlarına sahip olduğunu ve öğrencilerin çeşitli enerji biçimlerine sahip olan sistemleri değerlendirirken, herhangi bir enerji biçiminde meydana gelecek değişimin diğer enerji biçimlerinde nasıl bir değişime neden olacağı konusunda alternatif düşünceleri olduğunu ortaya koymuşlardır. Söz konusu çalışmada ölçme aracı olarak, çoğunluğu literatürden yararlanılarak oluşturulan 28 soruluk çoktan seçmeli kavram testi kullanılmıştır.

Küçük, Çepni ve Gökdere (2005), ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin iş, güç ve enerji konusundaki kavram yanlışlarını araştırmışlardır. Çalışma, olaylar ve durumlar hakkında mülakat yöntemi kullanılarak 6 öğrenci üzerinde yürütülmüştür. Çalışmanın sonunda, öğrencilerin literatürde de sıkça karşılaşılan kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Bunlar arasındaki, “enerji tüketilerek iş yapılır” kavram yanılığı tüm öğrencilerde görülmüştür.

Kurnaz (2007), Antropolojik kurama dayanarak, üniversite 1. sınıf Temel Fizik I kurumunun enerji ile ilgili kurumsal tanımları ile öğrencilerin bu kurumun etkisi altında geliştirdikleri bireysel tanımların özelliklerini ve kurumsal tanımın öğrencilerin bireysel tanımları üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Örnek olay tarama modeli kullanılarak gerçekleştirilen çalışma iki aşamada yürütülmüştür. İlk olarak öğrencilerin enerji kavramına ait kurumsal tanımlarının özellikleri belirlenmiştir. Bu süreçte ders sorumlusu tarafından seçilen kaynak kitap ekolojik yaklaşım ve prakseolojik yaklaşım kullanılarak analiz edilmiştir. Daha sonra öğrencilerin enerji kavramına ait bireysel tanımlarının özellikleri belirlenmiştir. Bu amaçla açık uçlu sorulardan oluşan bir ölçme aracı geliştirilmiş ve elde edilen veriler prakseolojik analiz yöntemi ile analiz edilmiştir. Bu kapsamda, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümünde Temel Fizik I dersini alan 36 öğrenci, çalışmanın örneklemini oluşturmuştur. Ekolojik analiz sonucunda, kurumun enerji kavramının öğretimine mekanik bilimi çerçevesinde yaklaşarak enerjinin tanımını ‘iş yapabilme kapasitesidir’ şeklinde verdiği ve böylelikle içeriğini anlam olarak sınırlandırdığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca kurumun bu bakış açısından hareketle kinetik-potansiyel enerji ve enerjinin korunumu temelinde konuları işlediği, ancak enerji transferi ve dönüşümü gibi konulara yer vermeyerek enerji konusunun bir

bütün olarak algılanmasını sağlayacak bir yapılandırmanın bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

Ünal Çoban, Aktamış ve Ergin (2007) de ilköğretim öğrencilerinin enerji ile ilgili görüşlerini araştırmışlardır. 22 ilköğretim 8. sınıf öğrencisinin çalışma grubunu oluşturduğu araştırmanın verileri yarı yapılandırılmış mülakat yöntemiyle elde edilmiştir. Araştırma sonuçları ilköğretim öğrenimleri süresince farklı disiplinlerde geçen “enerji” kavramını öğrencilerin zihinlerinde eksik ve alternatif kavramlarla yapılandırdıklarını göstermiştir. Öğrenciler günlük hayatta karşılaştıkları enerji türlerini daha iyi açıklarlarken, mikro dünyadaki (kimyasal enerji, manyetik enerji) enerji türlerini açıklamakta güçlük çekmişlerdir. Araştırma sonunda, enerjinin dönüşümü, korunumu, iletimi gibi kavramları daha ayrıntılı bir şekilde günlük hayattan örneklerle farklı deney ve etkinliklerle öğrencilere önerilmiştir.

Yuenyong ve Yuenyong (2007) çalışmalarında öğrencilerin enerji konusundaki sahip oldukları düşünceleri araştırmışlardır. İlköğretim 1. sınıftan 6. sınıfa kadar, her sınıf düzeyinden 6 öğrenci olmak üzere toplam 36 öğrenci üzerinde gerçekleştirilen çalışmada olaylar hakkında mülakat yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada öğrencilere, enerji ile ilgili farklı durumların ve enerjinin değişik biçimlerinin yer aldığı kartlar gösterilmiş ve bu kartlar üzerinden mülakatlar yürütülmüştür. Çalışma sonucunda öğrencilerin enerjiyi, elektrik enerjisi, potansiyel enerji, mekanik enerjisi ve kuvvet, ısı enerjisi ve yakıtlarda bulunan enerji olmak üzere beş kategoride kavramsallaştırdıkları görülmüştür. Çalışmada, 1-3. sınıf öğrencilerin enerji kavramını mekanik enerji ve elektrik enerjisi, 4.- 6. sınıf öğrencilerinin ise çoğunlukla potansiyel enerji ve elektrik enerjisi ile ilişkilendirerek açıklamaya çalıştıkları yani kavramı sadece fizikteki enerji kavramıyla tanımladıkları ortaya konulmuştur. Bu durum, ilk-orta öğretimde enerji konusunun öğretiminde entegrasyonun sağlanamadığı şeklinde yorumlanmaktadır. Öğrencilerin mekanik enerjinin korunumu konusundaki anlamalarının araştırıldığı nitel bir çalışmada, 8. sınıf öğrencilerinin literatürdeki bulgulara benzer kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir (Özcan ve Kocakulah, 2007).

Hırça, Çalık ve Akdeniz (2008) çalışmalarında, 8. sınıf öğrencilerinin enerji ve enerjiyle ilişkili kavramları anlamalarını incelemişlerdir. Araştırmalarında, kavram yanlışlarının belirlenmesi için ilgili literatürden faydalanarak geliştirmiş oldukları 20 soruluk çoktan seçmeli test kullanmışlardır. Çalışmada öğrencilerin enerji ve ilişkili kavramlarla ilgi pek çok kavram yanlışına sahip oldukları belirlenmiştir. Bununla

birlikte, öğrencilerin hem enerji ve ilişkili kavramları doğru bir şekilde kavrama ve kullanmada zorluk çektikleri hem de enerji kavramıyla ilgili teorik bilgilerini uygulamaya dönüştüremedikleri sonuçlarına varılmıştır. Çoban, Aktamış ve Ergin'de (2007) 8. sınıf öğrencileri üzerinde yürüttükleri nitel incelemede, yarı-yapılandırılmış görüşme formu yardımıyla, öğrencilerin ilköğretim öğrenimleri süresince farklı disiplinlerde geçen "enerji" kavramını zihinlerinde eksik ve alternatif kavramlarla yapılandırdıklarını ortaya koymuşlardır.

Sağlam Arslan ve Kurnaz (2009) ise fizik öğretmen adaylarının enerji, güç ve kuvvet konularındaki anlama seviyelerini incelemiştir. Çalışmada, beş ayrı kategoriye ayrılmış olan ve toplam 15 açık uçlu sorudan oluşan başarı testi 56 fizik öğretmen adayına uygulanmıştır. Sorular, bir kavram olarak iş-güç-enerji, bir fiziksel nicelik olarak iş-güç-enerji, iş-güç-enerjinin birimleri, iş-güç-enerji ve hareket arasındaki ilişki ve bir cismin taşıdığı özellik olarak iş-güç-enerji şeklinde sınıflandırılmıştır. Çalışma sonunda öğretmen adaylarının iş-güç-enerji konusundaki tanımlamalarının bilimsellikten uzak olduğu, kavramların günlük hayattaki kullanımlarının öğrencileri etkilediği ve konuyla ilişkili pek çok alternatif düşünceye sahip oldukları belirlenmiştir.

Öğrencilerin enerji ve enerji ile ilgili kavramları algılamalarına yönelik bir çalışma da Yürümezoğlu, Ayaz ve Çökelez (2009) tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmada ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin fen ve teknoloji öğretim programı çerçevesinde, enerjinin kaynağı, formu ve transferi arasındaki ilişkiyi nasıl algıladıkları ve enerji ve enerjiyle ilgili kavramları anlamaları belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma 120 ilköğretim öğrencisi üzerinde yürütülmüştür. Veriler; enerji kavramı, enerji çeşitleri, enerji resmi ve enerji dönüşümleri ile ilişkili olarak hazırlanmış 4 açık uçlu sorudan oluşan anket yardımıyla toplanmıştır. Araştırma sonuçları; öğrencilerin ilköğretim öğrenimleri süresince, farklı disiplinlerde yer alan, enerji ve enerji ile ilgili kavramları zihinlerinde eksik ve bunlara alternatif olabilecek kavramlarla yapılandırdıklarını göstermektedir. Ayrıca, öğrencilerin enerji dönüşümleri sırasında eğer gözlemlenen/algılanan nitelik varsa (ışık, pervane gibi) dönüşümü kavrayabildiği, pil gibi, dönüşüm doğrudan algılanamayan/gözlemlenemeyen bir boyutta ise kavramakta güçlük çektikleri ortaya konulmuştur.

Sağlam Arslan (2009), farklı öğrenim düzeyindeki öğrencilerin enerji kavramıyla ilgili anlamalarını öğrenim düzeylerine göre karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Çalışmada öğrencilerin enerji kavramını tanımlamaları ve grafiksel olarak gösterimleri incelenmiş ve

bunların öğrenim düzeyleriyle ilişkisi araştırılmıştır. Farklı öğrenim düzeylerinden (ortaöğretim, lisans ve lisansüstü öğrencileri) toplam 243 öğrencinin katılımıyla yürütülen çalışmada iki kısımdan oluşan başarı testiyle veriler toplanmıştır.

Testin ilk kısmında öğrencilerden “Enerji nedir? Açıklayınız” sorusuna cevap vermeleri istenmiştir. İkinci, kısımda ise öğrencilerden “sürtünmesiz ortamda yukarıya doğru atılan m kütleli bir cismin en üst noktaya ulaşmasına kadar olan süreçteki; potansiyel enerji- yükseklik, kinetik enerji-yükseklik, toplam enerji yükseklik, kinetik enerji-hız, potansiyel enerji-hız ve toplam enerji-hız” grafiklerini çizmeleri istenmiştir. Çalışmanın sonunda, farklı öğrenim düzeylerinde yapılan öğretimin, öğrencilerin enerji kavramını bağımsız olarak tanımlamalarını sağlayamadığı ve öğrenmeleri arasında önemli benzerlikler görüldüğü ortaya konulmuştur. Her üç gruptaki öğrenciler de enerji kavramı benzer yollarla tanımlamışlar ve benzer alternatif düşünceler belirtmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin grafiklerdeki doğru ve hatalı çizimlerinde de benzerlikler olduğu görülmüştür. Araştırmada öğrencilerin enerji tanımlarına ilişkin sahip oldukları bazı alternatif düşünceler de belirlenmiştir.

Yukarıda irdelenen çalışmalar göz önüne alındığında, enerji ve ilişkili kavramlar hakkında öğrencilerin pek çok kavram yanılgısına sahip oldukları görülmektedir. Tablo 1’de bu kavram yanılgılarından, bu çalışmayla ilişkili olduğu düşünülen bazıları verilmiştir. Tablo 1 incelendiğinde literatürde, “hareket eden cisimlerin enerjiye sahip olabileceğine” yönelik düşüncelere öğrencilerde, sık sık karşılaşıldığı görülmektedir. Ayrıca öğrencilerin enerjinin somut bir kavram olduğuna ilişkin görüşleri, pek çok çalışmada ortaya konulmuştur.

Enerjinin güç ve kuvvet kavramlarıyla aynı anlamda kullanıldığı ve sadece canlı varlıkların enerjiye sahip olabileceği düşünceleri de sık karşılaşılan düşüncelerdendir. Bununla birlikte enerji kavramının tanımlanmasında, iş kavramıyla ilişkilendirilmesinde ve enerji korunumu hakkında da öğrencilerde çeşitli kavram yanılgıları olduğu görülmüştür.

Genel olarak incelen literatüre bakıldığında, 5E öğretim modeliyle ilgili çalışmaların deneysel yöntem kullanılarak ve öğretimin tüm kademelerindeki öğrenciler üzerinde yürütüldüğü görülmektedir. Bu çalışmalarda çoğunlukla modele uygun şekilde rehber materyaller geliştirilerek, etkiliği değerlendirilmiştir. Çalışmalarda veri toplama aracı olarak; açık uçlu sorulardan oluşan kavramsal sorular, başarı testleri, açıklamalı-çoktan seçmeli testler, gözlemler, mülakatlar ve tutum ölçeklerinin kullanıldığı görülmektedir. Çalışmalarda geliştirilen materyallerin, özellikle öğrenciler üzerinde kavramsal gelişimi

sağlamada etkili olduğu belirlenmiştir (Keser, 2003; Saka, 2006; Özsevgeç, Çepni ve Özsevgeç, 2006; Sağlam, 2006; Özsevgeç, 2007).

Tablo 1. Enerjiyle ilgili literatürde yer alan bazı kavram yanlışları

Çalışmalar	Watts, 1983	Solomon, 1985	Kruger, 1990	Trumper 1990	Kesidou ve Duit, 1993	Viennot, 1997	Trumper, 1998	Gülççek ve Yağbasan, 2004	Küçük, vd., 2005	Olenick, 2005	Özcan ve Kocakılıç, 2007	Ünal Çoban vd., 2007	Aydoğmuş, 2008	Hırça vd., 2008	Sağlam Arslan ve Kurnaz, 2009	Sağlam Arslan, 2009
Yalnızca hareket eden cisimler enerjiye sahiptir (enerji hareketliliklidir)			√			√	√			√	√	√		√	√	
Enerji soyut olmayan, somut bir varlıktır (enerji bir tür nesnedir)		√					√		√					√		
Enerji bir tür güç ya da kuvvettir				√	√				√	√						
Sadece canlı varlıkların enerjisi vardır	√											√		√		
Potansiyel enerji sadece yerçekimi potansiyel enerjisi şeklindedir.										√			√			
Enerji bir cisim üzerine uygulanan güç ya da iştir															√	√
Enerji belli süreçler sonunda tüketilir					√					√						
Enerji yoktan var edilebilir		√	√													
Bütün enerji biçimleri harekete sebep olur	√				√											
Dönüşüm sürecinde enerjinin bir kısmı yok olur										√				√		
Günlük hayattaki işle fiziksel anlamdaki iş aynı kavramı ifade eder													√			
Güç ve kuvvet aynı kavramlardır													√			
Enerji bir cisim üzerindeki iş değişimidir																√
Enerji birim zamanda yapılan iştir																√
Enerji bir cisme etkileyen kuvvetin cismi hareket ettirmesidir																√
Enerji iş yapmak için gereken kuvvettir							√									√
Enerji tüketilerek iş yapılır									√							
Enerji yok olmaz ancak, harcanabilir					√											
Enerji sadece güneşten gelir			√													
Bir cismin kinetik enerjisi hızına bağlı değildir						√										
Bir cisme uygulanan kuvvet cismi hareket ettirmese de iş yapılır										√						
Korunumlu bir sistemde, sistemin toplam enerjisi değişebilir								√								
İki cismin hızları eşitse enerjileri de eşittir											√					

Bağlam temelli yaklaşımla ilgili çalışmaların, deneysel yöntemle ve öğretimin çeşitli kademelerinde gerçekleştirildiği görülmüştür. Çalışmalar hem öğretim sürecinde ve hem de değerlendirme sürecinde bağlam temelli yaklaşımın etkililiğini incelemeye yönelik yürütülmüştür. Sonuçlar incelendiğinde, bağlam temelli yaklaşımın, kavramsal gelişimi sağlayarak, akademik başarıyı artırmasının yanı sıra öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını artırmada etkili olduğu görülmektedir (Cooper, Yeo ve Zadnik, 2003; Murphy, Lunn ve Jones, 2006; Demircioğlu, 2008; Çam, 2008; Ünal, 2008; Yaman, 2009). Bu çalışmalarda, öğrencilerde var olan ilgi potansiyellerin, uygun bağlamlar kullanılarak ortaya çıkarılabileceği ve öğrencilerin motive edilmiş olarak derslere katılımının sağlanabileceği ortaya konulmuştur.

Bununla birlikte incelenen literatürde bağlam temelli yaklaşımla geliştirilen materyallerin oluşturulmasında nasıl bir yol izleneceğine dair bilgiler yer almamaktadır. Bu bakımdan bağlam temelli yaklaşımla geliştirilen materyallerin oluşturulmasında izlenecek ilkeler konusunda literatürde çalışmalara ihtiyaç olduğu görülmektedir.

Enerji konusunda incelenen literatür, konuyla ilgili çoğunlukla betimsel çalışmalar yürütüldüğünü, yani öğrencilerin enerjiyle ilgili anlama ve kavram yanılgılarının durumlarının araştırıldığını göstermektedir (Kesidou ve Duit, 1993; Gülçiçek ve Yağbasan, 2004; Küçük, vd., 2005; Özcan ve Kocakülâh, 2007; Yuenyong ve Yuenyong, 2007; Sağlam Arslan ve Kurnaz, 2009; Sağlam Arslan, 2009; Yürümezoğlu, Ayaz ve Çökelez, 2009). Enerji konusunun öğretime ve bu öğretimin öğrencilerin kavramsal gelişimine etkisini araştırmaya yönelik çok az sayıda çalışma bulunmaktadır (Aydın Balım, 2005; Kurnaz, 2007; Aydoğmuş, 2008; Cerit Berber, 2008; Paliç, 2008; Çekiç Toroslu ve Güneş, 2009). Bu bağlamda, enerji gibi soyut ve hakkında öğrencilerde çok sayıda kavram yanılgısı olduğu ortaya konulmuş olan bir kavramın öğretiminde, bağlam temelli yaklaşım ve 5E modelinin birlikte uygulanmasının olumlu sonuçlar verebileceği ve alana katkı yapabileceği düşünülmektedir.

İlgili literatür ve gelişen ihtiyaçlar dikkate alınarak bu çalışmada, enerji ünitesinde, bağlam temelli yaklaşımın 5E öğretim modeline entegrasyonu ile “öğrenci ders materyali” ve bu materyalin öğrenme ortamlarında uygulanmasında öğretmenlere rehberlik yapması amaçlanan “öğretmen kılavuzu” geliştirmesi öngörülmüştür.

Araştırmanın “Yapılan Çalışmalar” bölümünde, çalışmada kullanılan yöntem, çalışmanın örnekleme, veri toplama araçları ve verilerin nasıl analiz edildiği ile ilgili

bilgiler yer almaktadır. Bununla birlikte çalışma kapsamında, Enerji ünitesine yönelik, bağlam temelli yaklaşımla 5E öğretim modeline uygun olarak öğrenci ders materyali ve öğretmen kılavuzunun geliştirilme sürecine ilişkin bilgiler sunulmuştur. Ayrıca bu bölümde, materyallerin pilot ve asıl uygulamaları hakkında bilgilere de yer verilmiş olup, örnek bir uygulama da tanıtılmıştır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada, Ortaöğretim Fizik Dersi 9. Sınıf Öğretim Programının Enerji Ünitesi kazanımları dikkate alınarak, bağlam temelli yaklaşımla, yapılandırmacı öğrenme kuramının 5E öğretim modeline uygun olarak öğrenci ve öğretmen ders materyalleri geliştirilmiş, uygulanmış ve uygulama sonuçları değerlendirilmiştir. Bu bölümde; araştırmanın tasarlanması, yöntemi, örnekleme, veri toplama araçlarının geliştirilmesi, ders materyallerin geliştirilme süreçleri, verilerin elde edilmesi ve veri analizinde yapılan işlemler hakkında bilgiler yer almaktadır.

2.1. Araştırmanın Tasarlanması

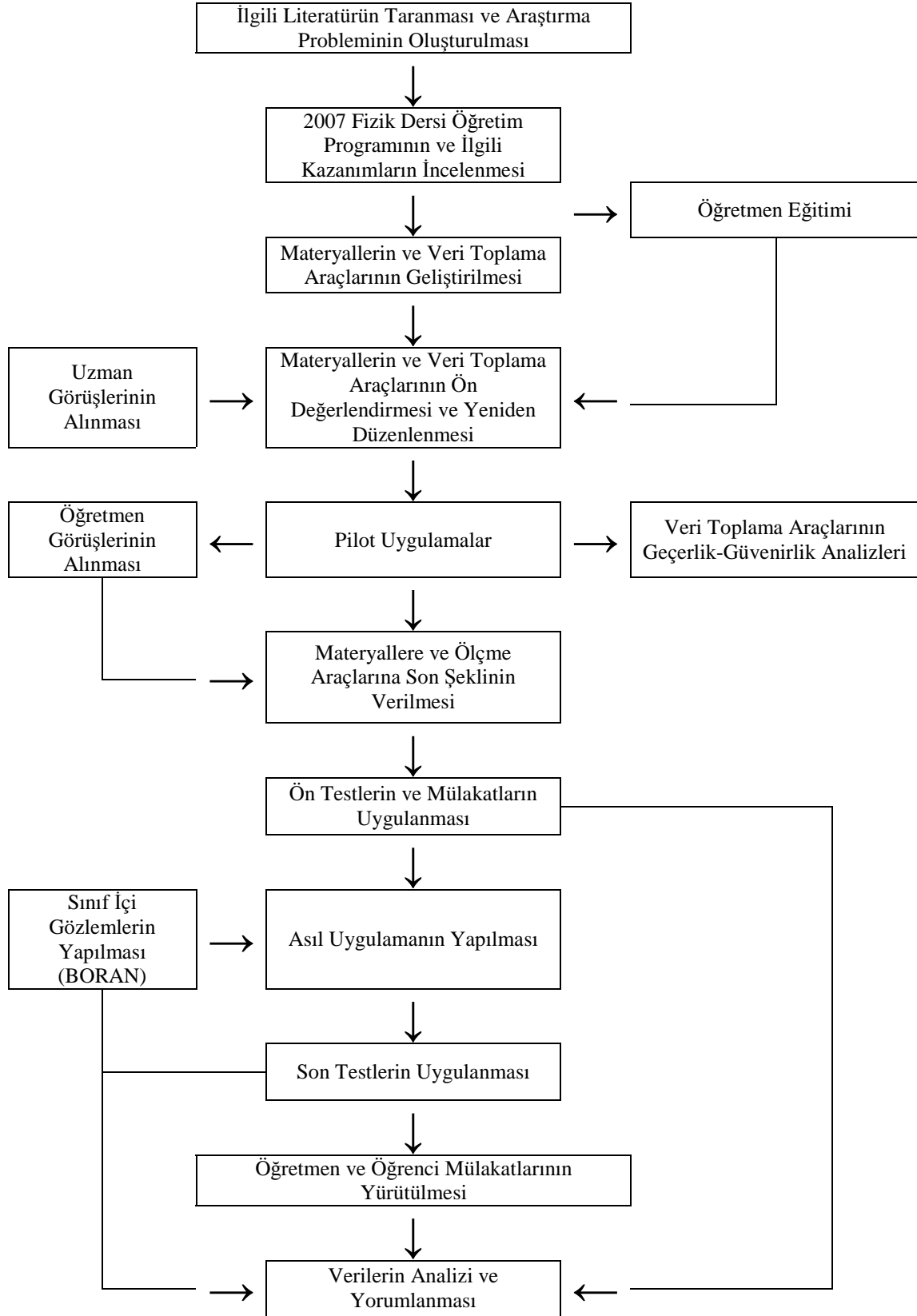
Yenilenen tüm öğretim programlarında olduğu gibi 2004 Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programının devamı niteliğinde tasarlanan, 2007 Fizik Dersi Öğretim Programın uygulanmasında da çeşitli problemlerle karşılaşılacağı öngörülmektedir. Bu problemlerin başında, öğretim materyali eksikliği ve öğretmenlerin öğretim programının doğasına aykırı uygulamaları gelmektedir. Bu bağlamda, çalışmada ortaöğretim 9. sınıf fizik dersi kapsamında yürütülen enerji ünitesine yönelik öğrenci ders materyali ve öğretmen rehberinin geliştirilmesi ve geliştirilen materyallerin sınıf ortamında fizik öğretmenleri tarafından uygulanması sonucunda öğrenciler üzerindeki etkileri incelenmeye çalışılmıştır. Materyallerin “Enerji” ünitesine yönelik olarak tasarlanması araştırmacı tarafından amaçlı olarak seçilmiştir. Fiziksel, teknolojik ve biyolojik dünyada, meydana gelen olayları algılayabilmek açısından anahtar bir kavram olması sebebiyle, öğretmenlerin enerji konusunu diğer konulardan çok daha önemli olarak gördükleri belirtilmektedir (Driver ve Millar 1986; akt. Domenech, vd. 2007). Bununla birlikte enerji konusunun kompleks bir konu olması dolayısıyla, öğretiminde çeşitli problemlerle karşılaşıldığı vurgulanmaktadır (Boyes ve Stanisstreet, 1990). Enerji konusunda, öğrencilerde görülen kavram yanlışları ve kavramın algılanmasındaki güçlükler Kısım 1.9.3’te ilgili literatürden faydalanılarak sunulmuştur.

Öğrencilerin bir kavramı zihinlerinde doğru bir şekilde yapılandırmalarının önündeki en büyük engellerden birinin, sahip oldukları kavram yanlışları olduğu düşünülmektedir.

Öğrencilerin sahip oldukları yanlış anlamalar ve kavram yanılgılarının, sonraki öğrenmelerini etkilediği ve değişime karşı direnç göstermelerine sebep olduğu vurgulanmaktadır (Ayas ve Demirbaş, 1997; Pardo ve Partoles, 1995; Nakhleh, 1992; Zoller, 1990; Hewson ve Hewson, 1983; akt., Çalık ve Ayas, 2003). Fizikte, enerji konusunda öğrencilerin çeşitli kavram yanılgılarına sahip oldukları, yapılan pek çok araştırmada ortaya konmuştur. Bu nedenle enerji kavramının öğrencilerin zihinlerinde doğru bir şekilde yapılandırılması ve var olan kavram yanılgılarını ortadan kaldırılmasına yönelik bir etkiye sahip olması geliştirilen materyallerde aranması gereken bir özellik olarak görülmektedir.

2007 Fizik Dersi Öğretim Programında, öğrencilerin fiziğe değer vermeleri, fizik öğrenmek için ilgi ve ihtiyaç hissetmeleri gibi tutumların önemine de vurgu yapılmaktadır (MEB, 2007). Tutumların öğrenci başarısı üzerindeki olumlu etkileri göz önüne alındığında, geliştirilen materyallerin öğrencilerin fiziğe karşı tutumları üzerindeki etkisinin de araştırılmasının gereği ortaya çıkmaktadır.

Milli Eğitim sistemimizin “Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı” üzerine inşa edilmesi ve öğrencilerin aktif olduğu öğretim modellerinin kullanılmasına yönelik sürecin benimsenmesi, rehber materyallerin bu doğrultularda geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu çalışmada, 2007 Fizik Dersi Öğretim Programının temellerini oluşturan yapılandırmacı öğrenme kuramının 5E öğretim modeliyle, bağlam temelli öğrenme yaklaşımının bütünleştirilmesi esasına dayanan enerji ünitesine yönelik materyaller geliştirilmiştir (Ek 1, Ek 2). Materyallerin öğrenciler üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla örneklem grubuna, geliştirilen “Enerji Ünitesi Kavramsal Başarı Testi” (Ek 3) ve “Fizik Tutum Ölçeği” (Ek 4) ön test-son test olarak uygulanmıştır. Ayrıca öğrencilerle enerji kavramı hakkında sahip oldukları kavramsal yapıları ortaya koymaya yönelik olarak uygulamadan önce ve sonra mülakatlar yürütülmüştür. Uygulama süreci gözlemlenerek, BORAN (Bütünleştirici Öğrenme Ortamı Anketi) (Ek 5) yardımıyla ve araştırmacı notlarıyla kayıt altına alınmıştır. Araştırmanın tasarımı ve yürütülmesi sırasında izlenen adımlar, Şekil 2’de şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 2. Araştırma akış şeması

2.2. Araştırmanın Yöntemi

Bilim dallarının dinamik yönünü oluşturan ve bir anlamda araştırma yöntemini tanımlayan bilimsel araştırma sürecinde amaç, geçerli ve güvenilir bilimsel bilgilere ulaşmaktır. Araştırmacı açısından sorun ise, bu tür bilgilere ulaşmada izlenecek adımların ya da gerçekleştirilecek etkinliklerin neler olduğunu açıklayan bir araştırma planının hazırlanmasıdır (Büyüköztürk, 2007). Bu çalışmada, araştırma planı hazırlanırken, yöntem belirleme aşamasında konuyla ilgili literatür incelenmiş, çalışmanın amacına ve araştırma probleminin doğasına uygunluğu bakımından deneysel yöntemin kullanılmasına karar verilmiştir.

Araştırma probleminde, yeni fizik öğretim programının öngördüğü kuram ve yaklaşımlara uygun “öğrenci ders materyali” ve materyalin uygulama sürecinde öğretmenlere rehber olacak, “öğretmen kılavuzu” geliştirilmesi ve uygulanabilirliğinin değerlendirilmesinin esas alınması dolayısıyla, çalışmada tasarlanan deneysel yöntem, bir öğretim uygulamasının başka bir öğretim uygulamasıyla karşılaştırılmasını gerektirmemektedir. Bu nedenle, çalışmada kontrol grubu kullanılmayarak, “tek grup ön test-son test basit deneysel desen” tercih edilmiştir. Bu desende, deneysel işlemin etkisi tek bir grup üzerinde yapılan çalışmayla test edilmekte ve deneklerin bağımlı değişkene ilişkin ölçümleri uygulama öncesinde ön test, sonrasında son test olarak aynı denekler üzerinde ve aynı ölçme araçları kullanılarak elde edilmektedir (Nachmias ve Nachmias, 1997; Karasar, 2003; Büyüköztürk vd., 2008). Deneysel etkinin uygulandığı grup üzerindeki kavramsal değişim ve gelişimin ortaya konulmasında daha yararlı bilgiler sağlandığı belirtilen tek gruplu ön test-son test basit deneysel desen, kavramsal başarının bağımlı değişken olarak esas alındığı çok sayıda araştırmada kullanılmıştır (Atasoy, 2008; Çalık, 2008; Çalık vd., 2007; Dawson and Soames 2006; Gürses vd., 2007; Tsai 1998; Tsui and Treagust 2004). Araştırmada güvenilirliği artırmak için verilerin toplanmasında test, mülakat ve gözlem metotları birlikte kullanılmıştır. Böylece, uygulamanın etkililiği hakkında daha net ve geçerli bilgiler sağlanmıştır.

Yeni fizik öğretim programının ortaöğretim 9. sınıfta okul türü ayırt edilmeksizin uygulanması, geliştirilen materyallerin farklı okullarda dolayısıyla farklı öğrenci profilleri üzerinde nasıl bir etkiye sahip olacağı sorusunu akla getirmiştir. Okul türü açısından bakıldığında, genel liseler, meslek liseleri veya öğrencilerin bir sınava tabii tutularak yerleştirildiği liselerde öğrenim gören öğrenciler, ilgi alanları, ön bilgileri, sosyal çevreleri

gibi özellikler bakımından büyük farklılıklar görmektedirler. Bu bağlamda, araştırmanın deneysel desenine dâhil edilecek olan öğrenci grubunun, farklı okul türlerinden olması gerektiği kanısına varılmıştır. Bundan dolayı, araştırmanın deney grubunu farklı okul türlerinden; Genel Lise, Anadolu Lisesi, Teknik Lise olmak üzere üç farklı grup oluşturmuştur. Araştırma deseninin simgesel gösterimi Şekil 3'te verilmiştir.

Grup	Ön test	Uygulama	Son test
D ₁	O ₁	X	O ₂
D ₂	O ₁	X	O ₂
D ₃	O ₁	X	O ₂

Şekil 3. Araştırma deseni

2.3. İdari Düzenlemeler

Çalışmayla ilgili uygulamaların okullarda yapılabilmesi için Milli Eğitim Bakanlığı'ndan (MEB) izin alınması gerekmiştir. Araştırmacının uygulama okullarına erişebilirliği bakımından, uygulamanın Rize ili Çayeli ilçesinde yapılması uygun görülmüştür. Bu amaçla Çayeli İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü'ne çalışma programı ile birlikte yazılı başvuru yapılmıştır. Yapılan başvuruyla birlikte, uygulanacak materyaller ve ölçme araçları da sunulmuştur. Değerlendirme sonucunda Rize ili Çayeli ilçesindeki üç lisede çalışmaların rahatlıkla sürdürülebilmesi için gerekli olan yazılı izin alınmıştır (Ek 6).

2.4. Örneklem Seçimi

Çalışma kapsamında geliştirilen materyallerin ortaöğretim 9. sınıf öğrencilerine yönelik olması ve araştırmacının bulunduğu çevreden bağlamlar içermesi nedeniyle, çalışmanın evrenini Rize ili Çayeli ilçesindeki ortaöğretim 9. sınıf öğrencileri oluşturmuştur. Araştırmanın hem pilot uygulamalarında, hem de asıl uygulamalarında Rize ili Çayeli ilçesindeki bir Genel Lise bir Anadolu Lisesi ve bir Teknik Lise'de öğrenim gören 9. sınıf öğrencileri yer almışlardır. Araştırmanın bu kısmından itibaren tekrarı önlemek amacıyla Genel Lise için; GL, Anadolu Lisesi için; AL ve Teknik Lise için; TL kısaltmaları kullanılmıştır. Araştırma kapsamında geliştirilen materyaller ve ölçme araçları

pilot uygulamaya tabii tutulmuşlardır. Enerji Ünitesi Kavramsal Başarı Testi, geçerlik güvenirlik analizleri çerçevesinde iki kez pilot uygulama gerektirmiştir. Bu konunun ayrıntıları “Veri Toplama Araçları” kısmında açıklanmıştır. Tablo 2’de, örneklemin okullara ve uygulamalara göre dağılımı yer almaktadır.

Tablo 2. Araştırma örnekleminin uygulama aşamalarına göre dağılımı

Uygulama Türü	Uygulanan Araç	Okul Türü	Öğrenci Sayısı	Toplam
Pilot Uygulama	Fizik Tutum Ölçeği	GL	60	166
		AL	60	
		TL	46	
Pilot Uygulama-I	Enerji Ünitesi Kavramsal Başarı Testi	GL	28	82
		AL	30	
		TL	24	
Pilot Uygulama-II	Enerji Ünitesi Kavramsal Başarı Testi	GL	27	78
		AL	29	
		TL	22	
Pilot Uygulama	Öğrenci Ders Materyali	GL	27	78
		AL	29	
		TL	22	
Ön Test	Fizik Tutum Ölçeği	GL	30	83
		AL	30	
		TL	23	
Ön Test	Enerji Ünitesi Kavramsal Başarı Testi	GL	30	83
		AL	30	
		TL	23	
Ön Uygulama	Yarı Yapılandırılmış Mülakat	GL	3	8
		AL	3	
		TL	2	
Asıl Uygulama	Öğrenci Ders Materyali	GL	30	83
		AL	30	
		TL	23	
Son Test	Fizik Tutum Ölçeği	GL	30	83
		AL	30	
		TL	23	
Son Test	Enerji Ünitesi Kavramsal Başarı Testi	GL	30	83
		AL	30	
		TL	23	
Son Uygulama	Yarı Yapılandırılmış Mülakat	GL	3	8
		AL	3	
		TL	2	

Tablo 2’de görüldüğü gibi, uygulamaların tüm aşamalarına, örneklem çeşitliliğinin sağlanması açısından, araştırma kapsamında bulunan üç okuldaki öğrenciler katılmışlardır. Araştırmanın asıl uygulamaları 30 GL, 30 AL ve 23 TL öğrencisi üzerinde yürütülmüştür.

Uygulamaların üç farklı okulda eş zamanlı olarak yürütülmesi, materyallerin araştırmacı tarafından uygulanmasını imkânsız hale getirmiştir. Bu nedenle uygulamalarda, yukarıda sözü edilen her bir lisede görev yapan 3 fizik öğretmeni yer almıştır. Öğretmenler araştırmanın hem pilot çalışmasını hem de asıl uygulamalarını buldukları okullarda gönüllü olarak yürütmüşlerdir. Uygulama öğretmenlerinden GL’de görev yapan fizik öğretmeni bayan olup, fizik öğretmenliği programından mezun, 14 yıllık mesleki deneyime sahip ve 12 yıldır bulunduğu okulda görev yapmaktadır. AL’de görev yapan fizik öğretmeni erkek olup, fizik öğretmenliği programından mezun 7 yıllık mesleki deneyime sahip ve bulunduğu okulda 4 yıldır görev yapmaktadır. TL’de görev yapan fizik öğretmeni ise bayan olup, fizik öğretmenliği programından mezun, 14 yıllık mesleki deneyime sahip ve 13 yıldır bulunduğu okulda görev yapmaktadır.

Pilot uygulamaların her üç okulda da öğretmenler tarafından yürütülmesi, öğretmenlerin asıl uygulama için materyallere karşı deneyim kazanmalarını sağlamıştır. Ayrıca öğretmenlere uygulama sürecinde karşılaşacakları zorluklara ve materyallerde kullanılan yaklaşımlara yönelik bilgi eksikliklerini gidermek amacıyla seminer verilmiştir. Bu konuyla ilgili ayrıntılı bilgi Kısım 2.7’de “Öğretmen Eğitimi” başlığı altında yer almaktadır.

Araştırma sürecine, uygulama öğretmenlerinin yanı sıra fen bilgi ve fizik eğitimi uzmanlık alanına sahip, öğretim elemanları da katkıda bulunmuşlardır. Öğretmenlerin ve öğretim elemanlarının araştırma sürecinde yer aldıkları aşamalar Tablo 3’te görülmektedir.

Tablo 3. Araştırmada yer alan öğretmen ve öğretim elemanlarının katkıda buldukları aşamalar

Yapılan Çalışmalar	Çalışmada Yer Alan Öğretmen Sayısı	Çalışmada Yer Alan Öğretim Elemanı Sayısı
İnformal mülakatlarla öğretmen ihtiyaçlarının belirlenmesi	3	-
Öğretmen eğitimi	3	2
Geliştirilen materyallerin ön değerlendirmesi (Uzman Görüşü)	5	7
Pilot uygulamalar	3	-
Pilot uygulamalar sonrasında öğretmen görüşlerinin alınması	3	-
Asıl uygulamalar	3	-
Materyallerin etkiliği hakkında öğretmen mülakatı	3	-

Araştırmanın uygulamalarını yürüten fizik öğretmenleri, öğretmenlerin katkı sağladığı tüm aşamalarda yer almışlardır. Ayrıca geliştirilen materyallerin ön değerlendirmesi (uzman görüşü) alınması kısmında yukarıda sözü edilen üç fizik öğretmenin yanı sıra, iki fizik öğretmeni ve yedi öğretim elemanı da araştırmaya katkıda bulunmuşlardır.

2.5. Veri Toplama Araçları

Bu başlık altında çalışmada kullanılan veri toplama araçlarının hazırlanması, pilot çalışmaları ve uygulanmaları ile ilgili bilgiler sunulmuştur. Araştırmanın verileri Enerji Ünitesi Kavramsal Başarı Testi (ENBAT), Fizik Tutum Ölçeği (FTÖ), Bütünleştirici Öğrenme Ortamı Anketi (BORAN) ve yarı yapılandırılmış mülakatlarla toplanmıştır. Ayrıca geliştirilen öğretim materyallerinin ön değerlendirme sürecinde araştırmacı tarafından geliştirilen bağlam temelli öğretim materyali değerlendirme formu kullanılmıştır.

2.5.1. Enerji Ünitesi Kavramsal Başarı Testi

Çalışmada geliştirilen öğretim materyallerinin öğrencilerin kavramsal başarıları üzerindeki etkisini belirlemek için araştırmacı tarafından, Enerji Ünitesi Kavramsal Başarı Testi (ENBAT) geliştirilmiştir. Bu başlık altında testin geliştirilme süreciyle ilgili ayrıntılı bilgiler yer almaktadır.

2.5.1.1. Enerji Ünitesi Kavramsal Başarı Testinin Geliştirilmesi

“Testler, ortaya konan çeşitli hipotezlerin değerlendirilmesinde, belirli tahminlere ya da izlenimlere kıyasla daha objektif ve bağımsız bir temel sağlarlar. Diğer yandan, dikkatli bir ölçme, sayısal ilişkilere ulaşmanın bir ön koşulu olma durumundadır” (Cronbach, 1970). Bu çerçevede, standart başarı testleri, karşılaştırılabilir niteliği olan başarı göstergeleri elde etmede, eğitim araştırmaları için önemli yararlar sağlamaktadır (Koç, 1984). Akademik başarının bir değişken olarak (bağımlı veya bağımsız) ele alındığı çalışmalarda akademik başarının ölçülmesinde, başarı testleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak literatür incelendiğinde, çeşitli konularda öğrencilerin başarılarını

ölçmeye yönelik standart başarı testlerin yetersiz olduğu görülmektedir. Fizik Dersi Öğretim Programının henüz uygulamaya konulmuş olması sebebiyle, bu öğretim programına yönelik, öğrencilerin belli konulardaki kavramsal başarı düzeylerini belirleyecek, öğrencilerdeki kavramsal yapıları, kavram yanlışlarını ortaya çıkararak ve öğretmenlerin öğrenme ortamlarını hazırlamasında katkı sağlayacak ölçme araçlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışmada, enerji ünitesine yönelik öğrencilerin akademik başarılarını belirlemek amacıyla bir testin geliştirmesi bu kapsamda değerlendirilerek, hem araştırmanın 1. alt problemine yönelik veriler elde etmek hem de konuyla ilgili çeşitli süreçlerde kullanılabilirliği olan standart bir testi literatüre kazandırmak amacıyla, Enerji Ünitesi Kavramsal Başarı Testi geliştirilmiştir.

Kavramsal anlamayı ölçmeye yönelik olan testlerde sayısal işlem gerektiren sorular değil, öğrencilerin yorum yapma yeteneklerine yönelik kavramsal anlamayı gerektiren sorulara yer verilmektedir. Çünkü öğrencilerin matematiksel ve formül temelli soruları çözebilmeleri onların kavramı anladıkları anlamına gelmediği ifade edilmektedir (Nakhleh ve Mitchell, 1993; Case ve Fraser, 2001; akt. Atasoy ve Akdeniz, 2007). Bu noktadan hareketle, bu çalışmada da, sayısal işlem gerektiren sorular değil, kavramsal öğrenmeyi ölçmeyi amaçlayan sorulara yer verilmeye çalışılmıştır.

Araştırmanın doğası ve amacı gereği, geliştirilecek olan testin, yeni Ortaöğretim Fizik Öğretim Programı Enerji Ünitesi kazanımlarını kapsamaması gerekmektedir. Bu nedenle, testin geliştirilme sürecinde ilk olarak enerji ünitesi kazanımları incelenerek, her bir kazanımı kapsayan, test sorusu sayısına karar verilmiştir. Fizik Dersi Öğretim Programında, Enerji Ünitesinde dört temel başlık altında toplam 17 kazanım bulunmaktadır. Bu temel başlıklar; 1. İş, Güç, Enerji, 2. Enerji Dönüşümleri ve Enerjinin Korunumu, 3. Enerji Kaynakları, 4. Isı ve Sıcaklık olarak isimlendirilmiştir (MEB, 2007). Bunlardan ilk iki başlık altında yer alan toplam 11 kazanımın, geliştirilecek olan testin kapsamını ve sınırlılığını belirlemesine karar verilmiştir. Sözü edilen 11 kazanım, aynı zamanda araştırma kapsamında geliştirilen ve etkililiği incelenecek olan materyallerin içeriğinin oluşturulmasında esas alınan kazanımlardır.

Test sorularının kapsamı belirlendikten sonra ilgili alanda literatür taraması yapılmıştır. Testin, öğrencilerin enerji konusundaki kavramalarını ölçmesi kadar, bu konudaki kavram yanlışlarını da tespit etmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle, ilk olarak konuyla ilgili literatürde yer alan kavram yanlışları taranmış ve test sorularının çeldiricilerinin mümkün olduğunca, kavram yanlışlarını içermesine dikkat edilmiştir.

Daha sonra konu ile ilgili, özellikle ulusal düzeyde yapılmış olan sınavlarda (ÖSS, OKS) çıkmış sorulardan ve çeşitli kaynaklardan alınan test sorularından oluşan bir soru havuzu oluşturulmuştur. Soru havuzuna araştırmacı tarafından oluşturulan sorular da eklenerek, yukarıda belirtilen kapsamda 20 soru seçilmiştir. Bütün soruların çeldiricileri üzerinde düzenlemeye gidilerek, testin kavram yanlışlarını belirlemedeki etkililiği artırılmaya çalışılmıştır. Oluşturulan testte, her bir soruya açıklama kısmı eklenerek test, açıklamalı-çoktan seçmeli hale dönüştürülmüştür. Testin açıklamalı olmasının nedeni, daha güvenilir, derinlemesine ve benimsenen yaklaşımlara uygun veri elde etmek, ayrıca öğrencilerde bulunması muhtemel kavram yanlışlarını veya alternatif düşünceleri belirleyebilmektir. Test sorularının kavram yanlışları içeren çeldiricilerden ve testin açıklamalı kısmından elde edilen verilerle, öğrencilerde olması muhtemel kavram yanlışlarını ya da alternatif düşünceleri belirlemesi öngörülmüştür. Testte yer alan sorulara göre ilgili kavramlar ve Fizik Dersi Öğretim Programının (MEB, 2007) kazanımları Tablo 4’te görülmektedir.

Tablo 4. Test sorularının ilgili oldukları kavramlar ve kazanımlar

Kazanımlar	Kazanımla İlişkili Sorular	Kazanımla İlişkili Kavramlar
1.1 İş kavramını, cisme uygulanan kuvvet ve kuvvetin uygulandığı cismin yer değiştirmesi cinsinden örneklerle açıklar	2, 4, 8, 15	İş
1.2 Enerji'nin farklı şekillerde tanımlanabileceğini fark eder	7, 11, 13, 19	Enerji
1.3 Güç kavramını iş ve aktarılan enerji cinsinden açıklar	7, 14, 18	Güç
2.1 Enerjinin; çekim potansiyel enerjisi, elektriksel, ses, elektromanyetik radyasyon, nükleer ve kütle <i>gibi</i> değişik biçimlerde bulunabileceğini belirtir	3, 13, 17	Enerji Biçimleri
2.2 Enerjinin en genel anlamda kendini mekanik enerji olarak gösterdiğini örneklerle açıklar	1, 6, 9, 12, 16	Mekanik Enerji
2.3 Enerjinin bir türden diğerine dönüşebileceğini örneklerle açıklar	3, 10, 12, 13, 17, 19	Enerji Dönüşümü
2.4 Enerjinin bir cisim veya sistemden diğerine aktarılabilceğini fark eder	5, 11	Enerji Aktarımı
2.5 Çevresi ile etkileşmeyen yalıtılmış bir sistemdeki enerji miktarının daima sabit kaldığını belirtir	6, 9	Enerji Korunumu
2.6 Harcanan enerjinin sürtünmeden dolayı tamamının işe dönüştürülemeyeceğini örneklerle açıklar	1, 10, 12	Sürtünmeye Harcanan Enerji
2.7 Evrende toplam enerjinin daima sabit olduğunu ve dolayısı ile korunduğunu açıklar	1, 6	Enerji Korunumu
2.8 Yapılan işin harcanan enerjiye oranının verim olduğunu açıklar	14, 20	Verim

Geliştirilen test, kapsam geçerliğini sağlaması bakımından, iki fizik öğretmeni ve iki fizik eğitimcisi öğretim üyesinin görüşüne sunulmuştur. Uzmanların gerekli incelemeleri sonucunda, alınan dönütler göz önünde bulundurularak test üzerinde düzeltmeler yapılmış

ve teste son şekli verilmiştir. Ayrıca, uzmanların görüşü doğrultusunda, testin ortaöğretim 9. sınıf öğrencilerinin seviyesi için uygulanma süresinin ortalama 30 dakika olmasına karar verilmiştir.

2.5.1.2. Enerji Ünitesi Kavramsal Başarı Testinin Pilot Uygulaması

I. Pilot Uygulama: Geliştirilen testin ilk uygulaması 82 ortaöğretim 9. sınıf öğrencisi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda madde analizi yapılmıştır. Madde analizindeki temel amaç, test maddelerinin, bilenle bilmeyen öğrenciyi ayırt edip etmediğini ve ne derece iyi işlediğini ortaya çıkarmaktır. Madde analizinde, her bir maddenin ayırt ediciliğine ve madde güçlüğüne bakılmıştır. Bunun için öğrencilerin testten aldıkları ham puanlar hesaplanarak, en yüksekte en düşüğe doğru sıralanmış, üst ve alt %27'lik gruptaki puanlar ayrılmıştır. Her bir soru için üst ve alt gruptaki 22'şer öğrenci için doğru cevap sayıları (Dü ve Da) belirlenmiştir. Daha sonra madde güçlüğü (p) için $(Dü+Da)/2N$ ve madde ayırt ediciliği (d) için $(Dü-Da)/N$, (N=22) formülünden yararlanarak, p ve d değerleri hesaplanmıştır. Çoktan seçmeli testlerde, madde güçlüğü'nün 0,50 civarında olması gerektiği ve madde ayırt ediciliğinin ise aşağıda belirtilen kriterlere uygun olması gerektiği vurgulanmaktadır: ayırt edicilik indisi 0,40 veya daha yüksek bir değerde ise madde çok iyi, düzeltilmesi gerekmez; 0,30–0,40 arasında ise iyi, düzeltilmesi gerekmez; 0,20–0,30 arasında ise madde zorunlu hallerde aynen kullanılabilir veya değiştirilebilir; 0,20' den daha küçük bir değerde ise madde kullanılmamalıdır veya yeniden düzenlenmelidir (Crocker ve Algina, 1986; Tekin, 1996; akt. Büyüköztürk vd., 2008; Turgut, 1992; Kalaycı vd., 2005).

Analiz sonuçlarına göre testteki 1 maddenin negatif, 2 maddenin ise 0,20'nin altında ayırt edicilik indisine sahip olması sebebiyle, tamamen değiştirilmesine karar verilmiştir. Bununla birlikte, bir maddenin de güçlük derecesinin çok zor olarak görülmesi ($p= 0,14$) sebebiyle düzeltilmesi uygun görülmüştür.

Ayrıca testteki her bir madde için çeldiricilerin işleyişi de incelenmiştir. Test maddelerine verilen yanlış cevapların, çeldiricilere dağılımına bakıldığında genel olarak dağılımın orantılı olduğu görülmüş, ancak testteki iki madde için yanlış cevapların tek bir çeldirici üzerinde yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Bu maddelerin, diğer çeldiricilerinin güçlendirilmesine karar verilmiştir.

II. Pilot Uygulama: Test üzerinde, 1. pilot uygulama sonucunda belirlenen değişiklikler ve düzenlemeler yapıldıktan sonra, testin 2. pilot uygulaması 78 ortaöğretim 9. sınıf öğrencisi üzerinde gerçekleştirilmiştir. İlk uygulamada izlenen süreçler ikinci uygulamada da takip edilerek test maddelerinin güçlüğü ve ayırt ediciliği hesaplanmıştır. Elde edilen veriler Tablo 5’te sunulmuştur.

Tablo 5’ten de görülebileceği gibi, testin madde güçlüğü 0,24-0,79 ve ayırt ediciliği ise 0,29-0,67 arasında değişmektedir. Testin, ortalama madde güçlüğü 0,43, ortalama ayırt ediciliği de 0,44 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 5. Enerji ünitesi kavramsal başarı testine ilişkin madde analizi sonuçları

Madde No	Dü	Da	p-madde güçlüğü	d-madde ayırt ediciliği
1	17	6	0,55	0,52
2	17	3	0,48	0,67
3	13	5	0,43	0,38
4	15	8	0,55	0,33
5	15	5	0,48	0,48
6	9	2	0,26	0,33
7	12	3	0,36	0,43
8	20	13	0,79	0,33
9	13	4	0,40	0,43
10	12	4	0,38	0,38
11	13	1	0,33	0,57
12	18	5	0,55	0,62
13	14	8	0,52	0,29
14	11	4	0,36	0,33
15	13	2	0,36	0,52
16	9	1	0,24	0,38
17	12	6	0,43	0,29
18	15	2	0,40	0,62
19	9	2	0,26	0,33
20	14	3	0,40	0,52
Testin Ortalama Madde Güçlüğü= 0,43				
Testin Ortalama Ayırt Ediciliği= 0,44				

Enerji Ünitesi Kavramsal Başarı Testi’nin güvenilirlik analizleri de yapılmıştır. Testin güvenilirlik analizlerinde ilk olarak iki eşdeğer yarıya bölme yöntemi kullanılmıştır. İki eşdeğer yarı için Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon Katsayısı 0,54 olarak bulunmuştur. Bu değer Sperman Brown formülüyle düzeltilerek testin güvenilirlik katsayısı 0,70 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, testin Kuder-Richardson (KR-20) güvenilirlik katsayısı 0,71 olarak ölçülmüştür. Elde edilen son değerlerin, testin kullanılabilirliği bakımından

uygun olduğuna karar verilmiş ve bu noktadan itibaren test üzerinde değişikliğe gidilmemiştir. Son hali Ek 2’de yer alan Enerji Ünitesi Kavramsal Başarı Testi, örnekleme çalışmanın asıl uygulaması kapsamında ön test-son test olarak uygulanmıştır.

Ayrıca, pilot uygulamalar sonucunda, ölçeğin başlangıçta belirlenen 30 dakikalık uygulama süresinin uygun olduğuna ve asıl uygulama için de bu süreye bağlı kalınmasına karar verilmiştir.

2.5.2. Fizik Tutum Ölçeği

Çalışmada geliştirilen materyallerin öğrencilerin fiziğe karşı tutumları üzerindeki etkilerini ortaya koymak amacıyla Fizik Tutum Ölçeği (FTÖ) geliştirilmiştir. Bu kısımda ölçeğin geliştirilme süreciyle ilgili ayrıntılı bilgiler verilmiştir.

2.5.2.1. Fizik Tutum Ölçeğinin Geliştirilme Süreci

Tutum kavramı, bireyin çevresindeki nesnelere yönelik geliştirdiği olumlu ya da olumsuz düşünme, hissetme veya davranma eğilimi olarak tanımlanmaktadır (Eagly & Chaiken, 1993; Petty, 1995). Bir derse karşı olumlu tutum geliştirme; derse katılma isteği, karşılık vermektan tatmin olma, bir değeri olduğunu kabullenme ve bir değer olarak kabulüne taraftar olma şeklindeki davranışları içermektedir (Özçelik, 1998). Gardner, (1975) fen bilimlerine karşı tutumu, fen öğretiminde yer alan nesnelere, olayları, durumları, insanları ya da olguları değerlendirme eğilimi olarak tanımlamaktadır. Fen eğitimcileri, öğrencilerde fen bilimlerine karşı olumlu tutumlar geliştirilmesinin, öğretim programlarının en önemli amaçlarından biri olması gerektiğini savunmaktadırlar (Aiken & Aiken, 1969; Koballa, 1988; Laforgia, 1988). Bu görüş 2007 Fizik Dersi öğretim programının geliştirilmesinde de göz önüne alınmıştır. Program, öğrencilerin fiziğe değer vermelerine, ilgi göstermelerine ve fizik öğrenmeye yönelik gereksinim duymalarına büyük önem vermektedir. Dolayısıyla, öğretim programı dâhilinde yürütülen öğretim etkinliklerinin, öğrencilerin fiziğe karşı tutumları üzerinde etkili olması da programın beklentileri arasında yer almaktadır. Bu bağlamda, bu araştırmada geliştirilen materyallerin öğrencilerin fiziğe karşı tutumları üzerindeki etkisinin araştırılması gereği ortaya çıkmıştır.

Tutumların incelendiği araştırmaların, ilişkisel incelemelere olanak vermesi ve çok sayıda öğrenci üzerinde gerçekleştirilebilmesi için nicel veriler elde etmeyi amaçlayan

tutum ölçekleriyle yürütülmesi yaygın bir anlayıştır. Literatür incelendiğinde, öğrencilerin fen bilimlerine ya da fiziğe karşı tutumlarını araştırmaya yönelik geliştirilmiş çok sayıda ölçeğe rastlamak mümkündür (Moore ve Foy, 1997; Karamustafaoğlu, 2003; Demirci, 2004; Maskan ve Güler, 2004). Ancak bu ölçekler güncel olmayıp, çoğunlukla geleneksel anlayışla geliştirilmiş ölçekler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle, fizik dersi öğretim programı ve bu programın getirdiği çağdaş öğrenme yaklaşımlarının gerektirdiği tutumları ölçmeyi amaçlayan güncel bir fizik tutum ölçeği geliştirilmiştir.

Ölçek maddelerinin oluşturulmasında ilk olarak konuyla ilgili ulusal ve uluslararası literatür incelenmiştir. Ölçeğin belirlemeyi amaçladığı tutumlara uygunluğu bakımından, Salta ve Tzougraki (2003) ve Menis (1989) tarafından geliştirilen ölçeklerdeki bazı maddelerin ölçekte yer alması uygun görülmüş ve fiziğe uyarlaması yapılmıştır. Ayrıca araştırmanın amacı gereği, Fizik Dersi Öğretim Programı da (MEB, 2007) gözden geçirilmiş ve programın beceri kazanımları dikkate alınarak bazı ölçek maddeleri araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Elde edilen bu maddeler bir havuzda toplanmış ve araştırmanın doğasına uygun olduğu düşünülen 40 maddelik beşli likert türünde ölçek hazırlanmıştır.

Likert (1932) tarafından geliştirilen dereceleme toplamlarıyla ölçekleme yaklaşımında, ölçülmek istenen söz konusu tutumla ilişkili çok sayıda olumlu ve olumsuz ifade, çok sayıda cevaplayıcıya uygulanmaktadır. Cevaplayıcılar her ifade için “5: Tamamen katılıyorum”, “4: Katılıyorum”, “3: Kısmen Katılıyorum”, “2: Katılmıyorum” ve “1: Kesinlikle Katılmıyorum” biçiminde tepkide bulunurlar. Böylece her cevaplayıcı, ölçekteki her ifadenin kapsadığı tutum ögesine katılma/katılmama derecesini bildirmiş olur (akt. Tezbaşaran, 2008). Çalışmada geliştirilen ölçeğin derecelendirilmesinde de yukarıda sözü edilen ölçütler kullanılmıştır. Ölçekte yer alan olumsuz maddeler için ters puanlama (1→5, 2→4, 4→2, 5→1) yapılmıştır.

2.5.2.2. Fizik Tutum Ölçeğinin Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması

Hazırlanan ölçek, kapsam geçerliğini sağlaması bakımından uzman görüşüne sunulmuştur. Ölçek, iki fizik eğitimcisi, bir eğitim bilimleri uzmanı olmak üzere 3 üniversite öğretim üyesi ve iki fizik öğretmeni tarafından incelenmiştir. Uzmanların her bir madde üzerindeki görüşleri ayrı ayrı değerlendirilmiş, birbiriyle çelişmeyen görüşler dikkate alınarak, ölçek maddeleri yeniden düzenlenmiştir. Bu aşamadan sonra ölçek bir

Türkçe dil uzmanı öğretim elemanın görüşüne sunulacak cümle yapıları ve anlam bakımından incelenmiştir.

Ölçeğin son şekli 166 ortaöğretim 9. sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Uygulama sonrasında ölçeğin madde analizi, geçerlik ve güvenilirliğine ilişkin, sırasıyla madde toplam korelasyonları, madde toplam puanlarının alt ve üst %27'lik gruplarının karşılaştırılması yöntemiyle madde ayırt ediciliği, faktör analizi ve iç tutarlılığı belirleme çalışmaları yürütülmüştür. Analizlerde SPSS paket programı kullanılmıştır.

Ölçek maddeleri, belirlenmek istenen tutumla ilişkili olup olmadığı ve tutum boyutu üzerinde değişik dereceleri birbirinden ayırt edebilme özellikleri bakımından incelenerek tutumla ilişkisi güçlü veya ayırt edici olanlar ölçeğe konulmak üzere seçilebilir (Tezbaşaran, 2008). Ölçekle belirlenmek istenen tutumu ölçmede, her bir maddenin ölçme gücünü belirlemek için Likert tarafından özgün olarak iki ayrı madde analizi önerilmiştir. Bunlar, madde toplam korelasyonları ve Üst-Alt %27'lik gruplara göre ayırt ediciliğe ilişkin t-testi analizi yöntemleridir.

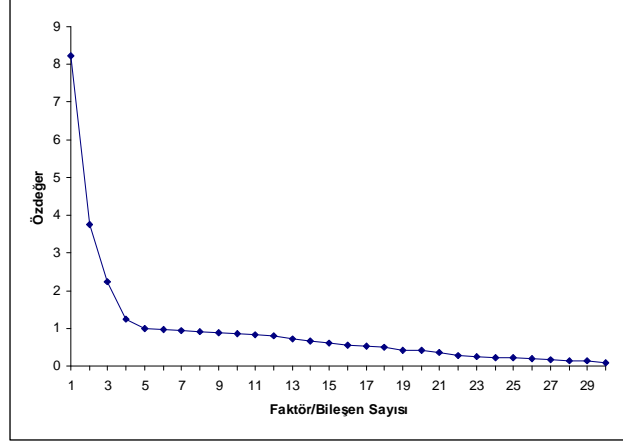
Madde analizinde ilk olarak madde toplam korelasyonlarına bakılmıştır. Madde toplam korelasyonu 0,30 ve daha yüksek olan maddelerin bireyleri iyi derecede ayırt ettiği, 0,30-0,20 arasında kalan maddelerin zorunlu durumlarda kullanılabilmesi ve 0,20'den düşük maddelerin ise kullanılmaması gerektiği vurgulanmaktadır (Büyüköztürk, 2007). Yapılan analizde, 8 maddenin madde toplam korelasyonunun 0,20'den düşük değerde olması dolayısıyla bu maddelerin ölçekten çıkarılmasına karar verilmiştir. Ayrıca 2 maddenin 0,20-0,30 aralığında değer aldığı ve iç tutarlılığı olumsuz etkilediği görülmüştür. Bu nedenle bu maddelerin de ölçekten çıkarılması uygun bulunmuştur. Sonuç olarak 10 madde ölçekten çıkarılarak, kalan 30 madde için madde toplam korelasyonları yeniden hesaplanmıştır. Kalan maddelerin, madde toplam korelasyonlarının 0,34-0,75 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Ölçekte yer alan maddelerin bireyleri, fiziğe karşı tutumları bakımından ne derece ayırt ettiğini belirlemek amacıyla ölçek toplam puanına göre sıralanan üst %27'lik ve alt %27'lik puan aralığındakilerin, madde puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığına ilişkin t-testi yapılmıştır. t-testi sonuçları tüm maddelerde üst %27'lik grubun madde ortalama puanının alt %27'lik grubun puanlarından anlamlı ($p=0,000$) düzeyde yüksek olduğunu göstermiştir. Her bir maddeye ait madde toplam korelasyonları ve madde ayırt ediciliğine ilişkin t testi sonuçları Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. Her bir maddeye ait madde toplam korelasyonları ve madde ayırt ediciliğine ilişkin t testi sonuçları

Madde No	Madde toplam korelasyonları	Üst-Alt %27'lik gruplara göre ayırt ediciliğe ilişkin t testi sonuçları
M01	0,454	6,616*
M02	0,507	4,944*
M03	0,521	11,048*
M04	0,445	4,223*
M05	0,598	6,170*
M06	0,341	4,304*
M07	0,464	6,208*
M08	0,456	6,358*
M09	0,475	5,720*
M10	0,449	3,005**
M11	0,460	7,250*
M12	0,365	5,546*
M13	0,566	3,173*
M14	0,653	6,836*
M15	0,480	6,921**
M16	0,541	10,014*
M17	0,439	9,468*
M18	0,644	7,256*
M19	0,564	6,202*
M20	0,551	7,448*
M21	0,406	4,046*
M22	0,393	8,637*
M23	0,576	9,372*
M24	0,652	3,066**
M25	0,394	4,323*
M26	0,525	7,765*
M27	0,749	4,502*
M28	0,479	2,840**
M29	0,399	5,593*
M30	0,498	5,872*
		*p=0,000 **p<0,01

Ölçeğin yapı geçerliğine ilişkin kanıtları ortaya koymak amacıyla faktör analizi yapılmıştır. Faktör analizinde ilk olarak verilerin faktör analizine uygun olup olmadığı Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) katsayısı ve Barlett testi ile kontrol edilmiştir. KMO katsayısının en az 0,60 olması ve Barlett testinin anlamlı düzeyde çıkması, verilerin faktör analizi için uygun olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk, 2007; Kalaycı, 2005). Çalışmada KMO katsayısı 0,697 ve Barlett testi değeri ise 2310,112 olarak (p=0,000 anlamlılık düzeyinde) hesaplanmıştır. Buna göre verilerin faktör analizi için uygun olduğu söylenebilir.



Şekil 4. Faktör özdeğerlerine ait çizgi grafiği

Ölçeğin faktör analizine uygunluğu belirlendikten sonra *varimax* döndürme yöntemi kullanılarak temel bileşenler (açımlayıcı) faktör analizi uygulanmıştır. Maddelerin ortak faktör varyansının 0,532-0,812 arasında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca döndürme işlemi sonucunda ölçekteki maddelerin özdeğerleri 1'den büyük 4 faktör altında toplandığı görülmüştür (özdeğerler sırasıyla: 8,221, 3,767, 2,242, 1,250). Bu dört faktörün birlikte toplam varyansın % 48,369'unu açıkladığı gözlenmiştir.

Şekil 4'te yer alan ölçeğin özdeğer çizgi grafiğinden de görülebileceği gibi, birinci faktörden dördüncü faktöre kadar hızlı bir düşüş gözlenmekte ve bu düşüş dördüncü faktörden itibaren yatay ve doğrusal bir hal almaktadır. Bu nedenle ölçeğin dört faktörlü olduğu kanısına varılmıştır.

Dört faktörde toplandığı belirlenen maddelerin faktör yük değerleri 0,354-0,821 arasında değişmektedir. Tablo 7'de ölçek maddelerine ilişkin faktör yükleri ve ortak faktör varyansı değerleri görülmektedir. Faktör analizi sonuçlarına bakıldığında bazı maddelerin iki faktörde yer alabilecek düzeyde faktör yük değerine sahip olduğu görülmektedir. Bu maddelerin iç tutarlılığı olumsuz olarak etkilememeleri nedeniyle ölçekte kalmasına ve ölçeğin 30 maddelik yapısının korunmasına karar verilmiştir. Bu maddeler, yük değeri yüksek olan faktör altında yer almışlardır. Madde içerikleri incelendiğinde, belirlenen dört faktör altında toplanan maddelerin, birbiriyle uyum içinde oldukları görülmüştür. Bu durum faktörlerin madde içeriklerine göre adlandırılmasına imkân tanımaktadır. Buna göre her bir faktör uygun şekilde adlandırılmıştır.

Tablo 7. Ölçek maddelerine ilişkin faktör analizi sonuçları

Maddeler	Faktör yükleri				Ortak faktör varyansı
	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Faktör 4	
M24	0,821				0,741
M27	0,806				0,777
M13	0,701				0,599
M10	0,612				0,775
M28	0,592				0,800
M23	0,580				0,778
M26	0,532		0,444		0,609
M09	0,490			0,343	0,724
M11	0,460				0,651
M29	0,425				0,659
M14		0,715			0,746
M19		0,715			0,768
M05		0,707			0,748
M02		0,596			0,532
M20		0,545			0,532
M06		0,512			0,565
M03		0,503	0,442		0,786
M18			0,789		0,736
M15			0,676		0,734
M30			0,640		0,740
M25	0,385		0,507		0,664
M17			0,476		0,604
M01			0,422		0,626
M12			0,354		0,659
M07				0,666	0,779
M16			0,398	0,620	0,661
M21				0,577	0,812
M08				0,576	0,791
M04				0,504	0,706
M22				0,395	0,542

Son aşamada ölçeğin iç tutarlılığını belirleme çalışması yapılmıştır. Fizik Tutum Ölçeği'nin her bir boyutu için ve ölçeğin geneli için Cronbach Alfa katsayısı hesaplanmıştır. Açıklamalarıyla birlikte faktörlerin adları, maddeleri ve hesaplanan Cronbach Alfa iç tutarlılık katsayıları Tablo 8'de yer almaktadır. Buna göre ölçek, önem ($\alpha=0,838$), kavrama ($\alpha=0,795$), gereksinim ($\alpha=0,749$) ve ilgi ($\alpha=0,717$) olarak adlandırılan ve sırasıyla 10, 7, 7 ve 6 madde içeren dört alt boyuttan oluşmuştur. 30 maddelik ölçeğin geneli için iç tutarlılık katsayısı ise $\alpha=0,873$ olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen sonuçlar ışığında, geliştirilen "Fizik Tutum Ölçeğin" öğrencilerin fiziğe karşı tutumlarını belirlemede geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olarak kullanılabilirliğine karar verilmiştir. Ölçeğin, araştırmada kullanılan son şekli Ek 4'te yer almaktadır.

Tablo 8. Faktörlerin adları, madde sayıları ve Cronbach Alpha katsayıları

Faktör Adı	Açıklaması	Madde Sayısı	Maddeler	Cronbach Alpha
Önem	Fizik dersine ve fiziğe verilen teknolojik ve toplumsal önem	10	M24, M27, M13, M10, M28, M23, M26, M09, M11, M29	0,838
Kavrama	Fiziği anlayabilme ve kavrayabilme inancı	7	M14, M19, M05, M02, M20, M06, M03	0,795
Gereksinim	Fizik öğrenmeye duyulan ihtiyaç	7	M18, M15, M30, M25, M17, M01, M12	0,749
İlgi	Fiziğe ve fizik dersine ilgi duyma	6	M07, M16, M21, M08, M04, M22	0,717
GENEL		30		0,873

2.5.3. Gözlem

Gözlem, olayları doğal ortamları içinde sistematik ve amaçlı bir şekilde inceleme (Karasar, 2003) ya da gerçek hayat içinde olup bitenleri bir plan dâhilinde izleme ve kaydetme (Erden, 1998) olarak tanımlanmaktadır. Gözlem metodu doğal ortamlarda olayların nasıl meydana geldiğine açıklık getirmesi ve örneklemin göstermiş olduğu davranışlar, sahip olduğu tutumlar ve pratikte sergilemiş olduğu becerilerin tespit edilip kayıt altına alınması bakımından önemlidir (Çepni, 2009). Çalışmada, 5E öğretim modelinin yapısını ve dayandığı kuramsal temelleri göz önüne alarak tasarlanan öğrenme ortamlarındaki öğrenci algılarının incelemesi amaçlanmıştır. Bu nedenle ilgili literatür incelenmiş ve Keser (2003) tarafından geliştirilen Bütünleştirici Öğrenme Ortamı Anketi'nin (BORAN) gözlem formu olarak kullanılmasına karar verilmiştir. BORAN daha önce yürütülen farklı çalışmalarda da kullanılmıştır (Keser, 2003; Sağlam, 2006; Saka, 2006, Özsevgeç, 2007).

BORAN'ın geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları Keser (2003) tarafından lise 2. sınıf öğrencileri ile yapılmıştır. BORAN'ın alt boyutlardaki güvenilirlik katsayıları 0.62 ile 0.77 arasında hesaplanmıştır. Yapı geçerliliği çalışmasında faktörlere ait varyansın toplam özdeğeri, 20.84 ve faktörler üzerindeki toplam varyansın bu ölçekle açıklanan oransal değeri % 66,1 olarak bulunmuştur. Yapı geçerliliğini sağlamak üzere yapılan faktör analizinde girme, keşfetme, açıklama, derinleşme ve değerlendirme olarak adlandırılan faktörlerin her biri 10 maddeden oluşturulmuştur (Keser, 2003). Güvenirlik çalışmasının Keser (2003) tarafından yapılması ve uzman görüşlerinin alınmasından dolayı ölçek üzerinde yeniden güvenilirlik analizi yapılmamıştır. BORAN'da her bir ifade 5'li likert

tipinde hazırlanmış ve gerçekleşme düzeylerine göre en az 0, en fazla 4 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Ortalamaları üç ve üzerinde olan maddenin veya basamağın istenilen düzeyde gerçekleştiğinin kabul edilebileceği belirtilmektedir (Saka, 2006; Özsevgeç, 2007).

Ayrıca BORAN'a, nitel verilerin kaydedilebileceği bir açıklama kısmı eklenmiş ve bu kısım gözlemler süresince araştırmacının aldığı notlarla doldurulmuştur. BORAN'ın araştırmada kullanılan formu Ek 5'te sunulmuştur.

2.5.4. Öğretmen ve Öğrenci Mülakatları

Çalışmada yürütülen uygulamalara yönelik olarak öğretmen ve öğrenciler ile yarı yapılandırılmış mülakatlar yapılmıştır. Öğrenci mülakatları araştırmacı tarafından çalışmanın amacına yönelik olarak, öğretim materyallerinin, öğrenciler üzerindeki etkilerini değerlendirmek üzere hazırlanmışlardır. Öğrenci mülakatları asıl uygulamaların öncesinde ve sonrasında ön mülakat ve son mülakat olarak yapılmıştır. Mülakatlarda öğrencilere materyallerin içeriğine yönelik de sorular yöneltmiştir. Öğrenci mülakatına toplam 8 öğrenci (GL; 3 öğrenci, AL; 3 öğrenci ve TL; 2 öğrenci) katılmış ve görüşmeler ortalama 10 dakika sürmüştür. Ön mülakatlarda öğrencilerin ENBAT testine verdikleri cevaplardan yola çıkılarak testte yer alan kavram yanlışlarına yönelik sorular sorulmuştur. Son mülakatlar ise iki kısımdan oluşmuştur. Son mülakatta, ön mülakatta yer alan kavram yanlışlarına yönelik sorular tekrar sorularak kavramsal değişimleri derinlemesine tespit edilmeye çalışılmıştır. İkinci bölümde ise uygulamayı değerlendirmeye yönelik olarak öğrencilerin görüşleri alınmıştır. Öğrenci mülakat soruları Ek 7'de verilmiştir.

Çalışmada uygulamaların etkililiğine ilişkin üç uygulama öğretmeniyle de yarı yapılandırılmış mülakatlar yürütülmüştür. Öğretmen mülakatları uygulamaların sonrasında gerçekleştirilmiş ve 20'şer dakika sürmüştür. Öğretmen mülakat soruları Ek 8'de sunulmuştur. Mülakatların pilot çalışması yapılmamış, alanında uzman akademisyenlerin görüşleri alınarak soruların kapsam ve yordama geçerlilikleri sağlanmaya çalışılmıştır.

2.6. Öğretim Materyallerinin Geliştirilmesi

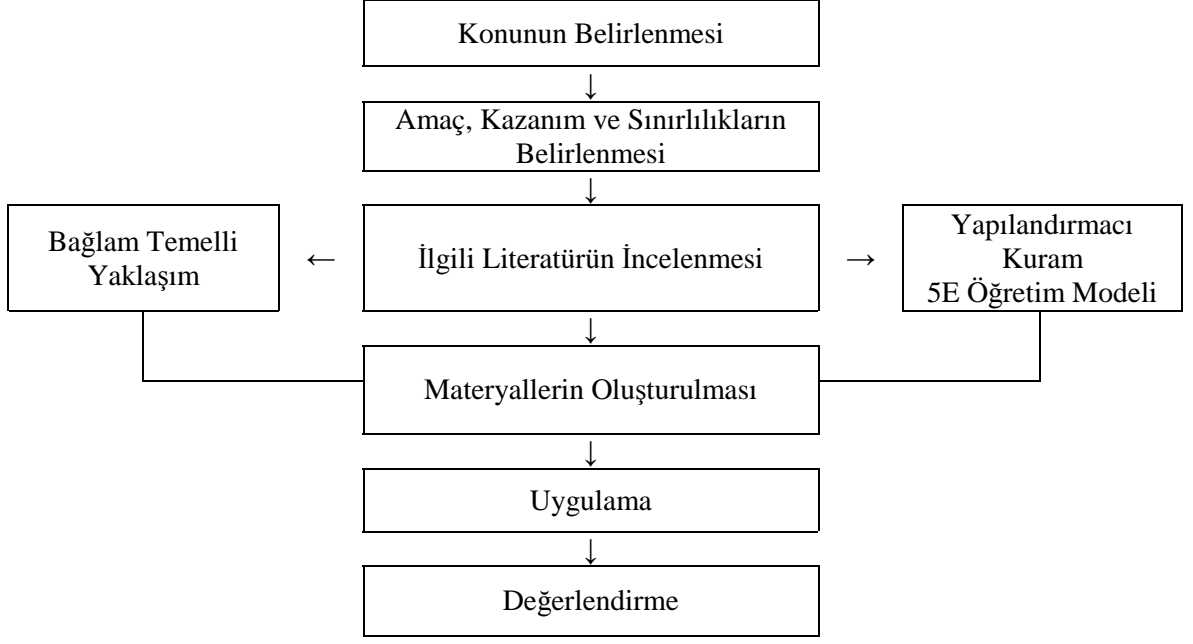
Bu çalışma kapsamında, ortaöğretim 9. sınıf, fizik dersi, enerji ünitesine yönelik yapılandırmacı öğrenme kuramının 5E öğretim modeli bünyesinde bağlam temelli

yaklaşım ile öğretim materyalleri geliştirilmiştir. Materyaller; öğrenci ders materyali ve öğretmen kılavuzu olmak üzere iki kısımdan oluşmuştur. Süreçte ilk olarak öğrenci ders materyali geliştirilmiş, daha sonra materyalin öğrenme ortamında uygulanmasında öğretmene rehberlik edecek olan öğretmen kılavuzu oluşturulmuştur.

Şekil 5'te, araştırmada kullanılan öğrenci ders materyali geliştirilme modeli görülmektedir. Bu modelde yer alan aşamaların açıklamaları aşağıda sunulmuştur:

Konunun Belirlenmesi: 9. Sınıf Fizik Dersi Öğretim Programında, Fiziğin Doğası, Enerji, Madde ve Özellikleri, Kuvvet ve Hareket, Elektrik Manyetizma ve Dalgalar olmak üzere altı öğrenme alanı bulunmaktadır (MEB, 2007). Enerji kavramı, bu öğrenme alanları içerisinde önemli bir konuma sahiptir. Disiplinler arası bir konu olup, fen bilimlerinin bütün dallarında (fizik, kimya, biyoloji) enerji kavramından söz edilebilmektedir. Millar, (2005) enerjinin soyut bir konu olması nedeniyle sanıldığından daha karmaşık bir kavram olduğunu belirtmektedir. Sağlam Arslan ve Kurnaz (2009) ise enerjinin, sadece fiziğin bir konusu olmadığını, disiplinler arası bir alt yapısının ve karmaşık bir doğasının olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan araştırmalar, enerji konusunda öğrencilerin çeşitli kavram yanlışlarına veya alternatif düşüncelere sahip olduklarını ortaya koymuştur (Gülçiçek ve Yağbasan, 2004; Hırça, Çalık ve Akdeniz, 2008; Horton, 2007; Ogborn, 1990; Özcan ve Kocakulah, 2007; Sağlam Arslan ve Kurnaz, 2009; Yuenyong ve Yuenyong, 2007). Enerji kavramının, disiplinler arası bir kavram olması ve 9. sınıf fizik öğretim programının okul ve alan türü ayrımı olmaksızın uygulanması nedeniyle, öğrencilerin bu kavramı eksiksiz olarak zihinlerinde yapılandırarak, ortaöğretimin üst sınıflarına daha donanımlı bir şekilde devam etmeleri büyük önem arz etmektedir. Bu değerlendirmeler göz önüne alındığında, araştırma kapsamında geliştirilen materyallerin *Enerji* ünitesine yönelik olmasına karar verilmiştir.

Amaç, Kazanım ve Sınırlılıkların Belirlenmesi: Geliştirilen materyallerin sınırlılığının ve kapsamının belirlenmesi için öğretim programında yer alan kazanımlar dikkate alınmıştır. Kısım 2.5.1.1. 'de belirtildiği gibi, Fizik dersi öğretim programında, Enerji ünitesinde dört temel başlık altında toplam 17 kazanım bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla; 1. iş, güç, enerji (3 kazanım); 2. Enerji dönüşümleri ve enerjinin korunumu (8 kazanım); 3. Enerji kaynakları (3 kazanım); 4. Isı ve sıcaklık (3 kazanım) şeklindedir (MEB, 2007). Çalışmada geliştirilen materyallerin içeriği, öğretim programında belirtilen ilk iki başlık altında yer alan toplam 11 kazanımla sınırlı tutulmuştur.



Şekil 5. Öğretim materyali geliştirme modeli

İlgili Literatürün İncelenmesi ve Materyallerin Oluşturulması: Çalışmada, öğretim materyallerinin yapılandırmacı öğrenme kuramının 5E öğretim modeline uygun olarak ve bağlam temelli bir anlayışla geliştirilmesi öngörülmüştür. Bu nedenle, ilgili literatür incelenirken, 5E öğretim modeli ve bağlam temelli yaklaşımın temel alındığı bir öğretim materyalinin ne tür özellikler taşıması gerektiği üzerinde durulmuştur.

5E öğretim modeli temel alınarak geliştirilen rehber materyaller, yapılandırmacı yaklaşım üzerine kurulmuştur (Spencer vd., 1999; Kılıç, 2001). Bu model, girme (engage), keşfetme (explore), açıklama (explain), derinleşme (elaborate) ve değerlendirme (evaluation) basamaklarından oluşmaktadır (Keser, 2003; Çepni vd., 2004; Ergin, 2006). Modelin özellikleriyle ilgili bilgiler çalışmanın birinci bölümünde verilmiştir.

Çalışmada geliştirilen öğretim materyallerinin, 5E öğretim modelinin yanı sıra Bağlam temelli bir yaklaşım içermesi de gerekmektedir. Kısım 1.2.1.1’de özellikleri verilen bağlam temelli yaklaşımın, bir öğretim materyalinin geliştirilme sürecinde nasıl kullanılacağı ile ilgili literatürde ayrıntılı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, öncelikle bağlam temelli bir öğretim materyalinin geliştirilmesinde dikkat edilmesi gereken hususlar, araştırmacı tarafından literatürden de faydalanılarak ortaya konulmuştur. Bağlam Temelli bir öğretim materyalinin taşıması gereken nitelikler aşağıda sunulmuştur:

1. Konular, gerçek yaşamdan verilen örneklerle başlamalı,

2. Fizik öğrenmenin, bir ihtiyaç olduğu öğrenciye hissettirilmeli,
3. Kavramlar, gerçek yaşamla ilişkilendirilerek verilmeli,
4. Etkinlikler, öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları olaylara derste edindikleri bilgileri kullanarak yorumlayabilmelerine imkân verici nitelikte olmalı,
5. Öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları problemlere, derste edindikleri bilgileri kullanarak çözüm bulabilmesine olanak vermeli,
6. Öğrencilerin, bilimin toplumsal önemini farkına varmalarını sağlamalı
7. Konuların ilişkilendirildiği bağlamlar, öğrencilerin günlük yaşamlarından ya da sosyo-kültürel çevrelerinden seçilmeli,
8. Öğrencilerin edinecekleri bilgi ve becerileri nasıl ve niçin kullanacaklarını anlamalarına imkân vermeli,
9. Kullanılan bağlamlar, öğrencilerin derse olan ilgi ve motivasyonlarını artırıcı nitelikte olmalı,
10. Öğrencilerin bilim ve teknoloji arasındaki ilişkiyi anlamalarını sağlamalıdır.

Yukarıdaki nitelikler ve 5E öğretim modelinin özellikleri göz önüne alınarak ortaöğretim 9. sınıf Enerji ünitesine yönelik öğrenci ders materyali geliştirilmiştir. Materyalde, yukarıda özellikleri sıralanan bağlam temelli yaklaşım, 5E öğretim modeline entegre edilmeye çalışılmıştır. Bu aşamada 5E öğretim modelinin her bir aşamasına, uygun olan bağlamlar yerleştirilmiştir. Bağlamlar sayesinde öğrenciler derse karşı ilgili ve motive edilmiş olarak kalmalarının sağlanması öngörülmüştür. Bazı durumlarda, üst aşamalarda, önceki aşamada kullanılan bağlama tekrar dönülmüş ve öğrencinin bilgiyi transfer edebilmesine fırsat verilmiştir.

Geliştirilen materyal, görsel unsurlar bakımından zenginleştirildikten sonra, öğrencilere rahat kullanım imkânı sağlamak amacıyla fasikül haline getirilerek çoğaltılmıştır. Öğretim programı kazanımlarına göre materyalde yer alan konu başlıkları ve öngörülen uygulama süreleri Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9’da görüldüğü gibi öğretim programında temel alınan her bir kazanım için bir ders saati uygulama süresi öngörülmüştür. Ancak bazı durumlarda, konu bütünlüğü sağlanması bakımından iki kazanım bir konu başlığı altında verilmiştir. Bu durumda uygulama süresi de iki ders saati olarak düşünülmüştür. Yani, materyalin tümü için 11 kazanıma karşılık, toplam 11 ders saati süresince uygulama yapılması planlanmıştır. Ortaöğretim 9. sınıfta fizik derslerine haftada 2 ders saati ayrılması nedeniyle, uygulamaların 5-6 haftalık bir süreçte yürütülmesi öngörülmüştür.

Ayrıca öğretmenlerin öğrenme ortamlarında materyalleri beklenen şekilde uygulayabilmeleri için öğretmen kılavuzu hazırlanmıştır (Ek 2). Öğretmen kılavuzu, öğrenci ders materyalinin uygulanmasını sağlayacak ve öğretmene rehberlik edecek şekilde açıklayıcı bir yapıda oluşturulmuştur. Öğretmen kılavuzunda aynı zamanda öğrenci ders materyalindeki değerlendirme etkinliklerinin uygulama yönergesi, öğrencilerde konuyla ilgili var olabilecek kavram yanlışları, amaçlanan kazanımların sağlanmasına yönelik etkinliklerin ve değerlendirme etkinliklerinin cevap anahtarları, öğretmene açıklayıcı ve teorik bilgiler verilmiştir.

Tablo 9. Kazanımlara göre öğrenci ders materyalinde yer alan konu başlıkları ve uygulanma süreleri

Materyal Konu Başlığı	Kazanımlar	Uygulama Süresi
Acaba Gerçekten İş Yapıyor muyuz?	1.1 İş kavramını, cisme uygulanan kuvvet ve kuvvetin uygulandığı cismin yer değiştirmesi cinsinden örneklerle açıklar	1 Ders Saati
İş Yapabilmek İçin Neye İhtiyacımız Var?	1.2 Enerji'nin farklı şekillerde tanımlanabileceğini fark eder	1 Ders Saati
Kim Daha Güçlü?	1.3 Güç kavramını iş ve aktarılan enerji cinsinden açıklar	1 Ders Saati
Enerjiyi Biçimlerine Göre Sınıflandırabilir miyiz?	2.1 Enerjinin; çekim potansiyel enerjisi, elektriksel, ses, elektromanyetik radyasyon, nükleer ve kütle gibi değişik biçimlerde bulunabileceğini belirtir 2.3 Enerjinin bir türden diğerine dönüşebileceğini örneklerle açıklar	2 Ders Saati
Mekanik Enerji Her Yerde	2.2 Enerjinin en genel anlamda kendini mekanik enerji olarak gösterdiğini örneklerle açıklar	1 Ders Saati
Enerjiyi Aktarabilir miyiz?	2.4 Enerjinin bir cisim veya sistemden diğerine aktarılabilceğini fark eder 2.5 Çevresi ile etkileşmeyen yalıtılmış bir sistemdeki enerji miktarının daima sabit kaldığını belirtir	2 Ders Saati
Enerjimizin Tamamı İşe Yarar mı?	2.6 Harcanan enerjinin sürtünmeden dolayı tamamının işe dönüştürülemeyeceğini örneklerle açıklar 2.7 Evrende toplam enerjinin daima sabit olduğunu ve dolayısı ile korunduğunu açıklar	2 Ders Saati
Verdiğimiz Enerjinin Ne Kadarını Geri Alıyoruz?	2.8 Yapılan işin harcanan enerjiye oranının verim olduğunu açıklar	1 Ders Saati

2.6.1. Geliştirilen Materyalin Ön Değerlendirmesi

Geliştirilen materyal, pilot uygulama öncesinde son şeklinin verilmesi amacıyla uzman görüşüne sunulmuştur. Uzmanlara, materyali hangi kriterleri dikkate alarak değerlendirmeleri gerektiğine yönelik bir değerlendirme formu verilmiştir. Form, bağlam temelli yaklaşıma göre değerlendirme ve 5E öğretim modeline göre değerlendirme bölümlerinden oluşmaktadır. Uzmanlardan, materyalin modele uygun olup olmadığını, materyali inceledikten sonra formda bulunan ilgili yerlere nitel olarak yazmaları istenmiştir. Materyalin bağlam temelli yaklaşıma uygunluğunun belirlenmesi için de

benzer bir yol izlenmiştir. Ancak burada uzmanlardan sadece görüşlerini nitel olarak yazmaları değil, aynı zamanda araştırmacı tarafından hazırlanan bağlam temelli materyal değerlendirme ölçeğini de işaretlemeleri istenmiştir. Bağlam temelli öğretim materyali değerlendirme ölçeği, yukarıda sözü edilen bağlam temelli yaklaşımın niteliklerinden faydalanılarak oluşturulmuştur (Ek 9). Ölçek, 10 maddeden oluşmaktadır ve derecelendirme; *tamamen yeterli=4, oldukça yeterli=3, kısmen yeterli=2, yetersiz=1* şeklindedir.

5 öğretmen ve 7 üniversite öğretim elemanı olmak üzere, 12 uzmandan materyale yönelik görüş alınmıştır. Uzmanların, bağlam temelli öğretim materyali değerlendirme ölçeğine vermiş oldukları yanıtlar Tablo 10'da görülmektedir.

Tablo 10. Uzmanların bağlam temelli öğretim materyali değerlendirme ölçeğinde öğrenci ders materyali hakkındaki görüşleri

Değerlendirme Maddeleri	\bar{X}	Tamamen yeterli		Oldukça yeterli		Kısmen yeterli		Yetersiz	
		f	%	f	%	f	%	f	%
1. Konular gerçek yaşamdan verilen örneklerle başlıyor	3,42	5	41,7	7	58,3	-	-	-	-
2. Materyal, fizik kavram ve kanunlarını öğrenmenin bir ihtiyaç olduğunu öğrenciye hissettirebilir	3,17	2	16,7	10	83,3	-	-	-	-
3. Kavramlar gerçek yaşamla ilişkilendirilerek sunulmuştur	3,50	6	50	6	50	-	-	-	-
4. Öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları olayları fizik bilgilerini kullanarak yorumlamasına olanak verebilir	3,08	2	16,7	9	75	1	8,3	-	-
5. Öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları problemlere fizik bilgilerini kullanarak çözüm bulabilmesine olanak verebilir	3,17	3	25	8	66,7	1	8,3	-	-
6. Öğrencilerin, fiziğin toplumsal öneminin farkına varmalarını sağlayabilir	3,00	3	25	6	50	3	25	-	-
7. Konuların ilişkilendirildiği bağlamlar, sosyo-kültürel çevrelerinden seçilmiştir	3,33	5	41,7	6	50	1	8,3	-	-
8. Öğrencilerin yeni öğrenecekleri bilgi ve becerileri nasıl ve niçin kullanacaklarını anlamalarına imkân verebilir	3,33	5	41,7	6	50	1	8,3	-	-
9. Kullanılan bağlamlar öğrencilerin fiziğe olan ilgi ve motivasyonlarını artırabilir	3,33	5	41,7	6	50	1	8,3	-	-
10. Öğrencilerin fizik ve teknoloji arasındaki ilişkiyi anlamalarını sağlayabilir	3,08	2	16,7	9	75	1	8,3	-	-

Tablo 10 incelendiğinde, uzmanların öğrenci ders materyalinin bağlam temelli yapısına göre, ortalama 3,00 ve üzerinde puan verdikleri görülmektedir. Ölçekte,

“Kavramlar gerçek yaşamla ilişkilendirilerek sunulmuştur” maddesi ($\bar{X} = 3,50$) en yüksek, “öğrencilerin, fiziğin toplumsal öneminin farkına varmalarını sağlayabilir” maddesi ise ($\bar{X} = 3,00$) en düşük ortalamaya sahip olmuştur. Genel olarak maddelerin aldıkları puanlara bakıldığında geliştirilen materyalin uzmanlar tarafından kabul edilebilir düzeyde olduğu ve bağlam temelli bir öğretim materyalinin sahip olması gereken özellikleri taşıdığı söylenebilir. Ayrıca, uzmanlar materyalin bağlam temelli yapısına yönelik görüşlerini nitel olarak da belirtmişlerdir. Bu görüşlerin büyük bir çoğunluğu olumlu olmakla birlikte bazı konularda örneklerin zenginleştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Değerlendirmeler, araştırmacı tarafından dikkate alınarak materyal üzerinde gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

Bununla birlikte uzmanların ölçeğin 5E öğretim modeline uygunluğu bakımından da görüşleri alınmıştır. Uzmanların, her konu için ayrı ayrı 5E modeline uygunluğu incelemiştir. İncelemeler sonucunda materyalin 5E modeline uygun bir yapıda oluşturulduğu ortaya konmuştur. Ancak materyalin uygulanmasında öğretmenlere rehber teşkil edecek öğretmen kılavuzunda modelin aşamalarının yer almasına özen gösterilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Yapılan eleştiriler göz önüne alınarak, öğrenci ders materyaline son şekli verilmiş ve pilot uygulamaya hazır hale getirilmiştir.

2.7. Öğretmen Eğitimi

Geliştirilen materyallerin hem pilot hem de asıl uygulamalarının, örneklemin bulunduğu okulda görev yapan fizik öğretmenleri tarafından yürütülmesi öngörülmüştür. Ancak, yeni fizik öğretim programıyla birlikte, geleneksel öğretim anlayışından uzak, çağdaş öğrenme kuram yaklaşımlarının okullarda henüz yerini almış olması nedeniyle, öğretmenlerin materyalleri gerektiği veya beklendiği şekilde uygulayıp uygulayamayacakları sorunu ortaya çıkmıştır. Yürütülen informal mülakatlarda, öğretmenlerin yeni öğretim programı ve yeni yaklaşımlar konusunda yeterli düzeyde bilgi sahibi olmadıklarını ve programı gerektiği şekilde uygulayamadıklarını belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra, öğretmenler yeni öğretim programı ve programın gerektirdiği yaklaşımlar konusunda da hiçbir hizmet içi eğitim almadıklarını ifade etmişlerdir. Bu durumda, materyalleri uygulaması beklenen öğretmenlere, yeni fizik öğretim programı ve onun temel yaklaşımlarına yönelik eğitim verilmesi gereği ortaya çıkmıştır.

Öğretmen eğitimi, araştırmacı tarafından seminer şeklinde çalışmada yer alan üç fizik öğretmenin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Power point sunusu yardımıyla yürütülen seminerde aşağıdaki konulara yer verilmeye çalışılmıştır:

- Yeni fizik öğretim programı geliştirilmesinin gerekçeleri
- Programın temel yapısı
- Programın öğrenme alanları
- Programın benimsediği öğrenme kuram ve yaklaşımlar: Yapılandırmacı öğrenme kuramı (5E, 7E modeli), Bağlam Temelli öğrenme yaklaşımı
- Programın önerdiği öğretim yöntem ve stratejileri
- Programın ölçme değerlendirme yaklaşımları.

İki oturumda toplam 4 (2+2) saat süreyle yürütülen seminerde, anlatım, soru-cevap, tartışma ve örnek olay metotları kullanılarak, etkileşimli bir öğrenme ortamı yaratılmaya çalışılmıştır. Ayrıca seminerin son bölümünde öğretmenlerin, öğretim programı ve programın uygulanmasında karşılaştıkları sorunlara yönelik soruları, ikinci bir fizik eğitimcisi öğretim üyesinin de katılımıyla cevaplanmıştır. Bu kısımda öğretmenlerin programa yönelik kaygılarının büyük ölçüde giderilmesi sağlanmıştır.

2.8. Materyallerin Pilot Uygulaması

Geliştirilen materyallerin pilot uygulaması, asıl uygulamanın yapılacağı her üç okulda, asıl uygulamayı yürütecek öğretmenler tarafından yapılmıştır. Uygulamada, hazırlanan öğrenci ders materyallerinin ve öğretmen kılavuzunun pilot çalışmaları yapılmış, uygulanabilirliği değerlendirilmiş, aksayan kısımları belirlenmiş ve materyaller üzerinde gerekli görülen bazı değişiklikler yapılmıştır. Pilot uygulama süreci, araştırmacı tarafından izlenmiş, uygulamada görülen aksaklıkları gidermek için yapılması gerekenler not edilmiştir. Ayrıca uygulamayı gerçekleştiren öğretmenlerin görüşleri de alınmıştır. Pilot uygulama sonunda materyallerde gerekli görülen değişiklikler araştırmacının notlarına ve üç uygulama öğretmenin görüşüne bağlı kalınarak gerçekleştirilmiştir.

Pilot uygulamaya genel lisede 27, Anadolu lisesinde 29 ve teknik lisede 22 olmak üzere toplam 78 öğrenci katılmıştır. Pilot uygulamanın yapılacağı sınıflar, belirtilen okullarda bulunan 9. sınıflar arasından rastgele seçilmişlerdir. Pilot çalışma sonucunda materyallerde yapılan değişiklikler şöyle özetlenebilir:

1. Materyallerde tespit edilen yazım hatalarının ve cümle yapılarına ilişkin hataların düzeltilmesi,
2. 5E öğretim modelinin tam anlamıyla vurgulanmayan aşamaları için öğrenci ders materyali etkinliklerinde ve öğretmen kılavuzunda düzenleme yapılması,
3. Tartışma ve soru-cevap bölümlerinde de öğrenciler için uygun bağlamların kullanılması için öğretmen kılavuzuna bu bağlamların eklenmesi,
4. Yetersiz olduğu düşünülen değerlendirme kısımlarının ek etkinliklerle güçlendirilmesi,
5. Girme basamağında kullanılan kısa olayların uygun bağlam taşımayanlarının, öğrencilerin ilgilerini artırmak için değiştirilmesi,
6. Materyalde kullanılan resimlerden, net olarak görülemeyenlerin değiştirilmesi,
7. 5E öğretim modelinin açıklama aşamasında öğretmenlerin, açıklamayı öğrencilerin yapmasına fırsat vermeleri konusunda bilgilendirilmesi,
8. Ders dışı zamanlarda öğrencilerin yapması beklenen araştırma, proje, poster gibi ödevlerin öğrenciler ve öğretmenler tarafından değerlendirilmesi için akran ve öz değerlendirme formlarının ve dereceleme ölçeklerinin öğretmen kılavuzuna eklenmesi.
9. İlköğretim fen ve teknoloji öğretim programından, konuyla ilgili öğrencilerin kazanmış olmaları beklenen ön bilgilerin öğretmen kılavuzunda öğretmenlere hatırlatılması.

Yapılan tüm değişiklikler sonucunda, geliştirilen Öğrenci Ders Materyali ve Öğretmen Kılavuzu, son şeklini almış ve asıl uygulama için hazır hale getirilmiştir (Ek 1, Ek 2). Öğrenci Ders Materyali ve Öğretmen Kılavuzu bütüncül bir yapıya sahip olup, öğrenci ders materyalinde kesin bir şekilde görülmeyen 5E öğretim modelinin aşamaları öğretmenin kullanımını kolaylaştırmak için Öğretmen Kılavuzunda ayrı ayrı belirtilmiştir.

2.9. Asıl Uygulamaların Yapılması

Araştırmanın pilot uygulaması 2008-2009 öğretim yılı güz yarısında, Enerji ünitesinin yıllık planda belirtilen haftalarında gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulamanın yapılacağı haftalarda, rastgele yöntemle asıl uygulamanın yapılacağı sınıflar her üç okulda da belirlenmiştir. Asıl uygulamanın 2008-2009 öğretim yılı bahar yarısında yapılması öngörülmüştür. Enerji ünitesinin yıllık planda 2. ünite olarak yer alması sebebiyle, asıl uygulamanın yapılacağı sınıflarda, yıllık planda bahar yarısında uygulanması gereken 4.

ünite (Kuvvet ve Hareket) ile yer değiştirilmesi önerisi öğretmenlere sunulmuştur. Bu öneri, ünitelerin birbirinden bağımsız olması ve konuların birbiri için ön koşul teşkil etmemesi nedeniyle öğretmenler tarafından olumlu karşılanmıştır. Ayrıca ünitelerin yerlerinin değiştirilmesi, ilçe MEM kapsamında gerçekleştirilen Fizik Zümre Öğretmenleri 2. Dönem toplantısında da öğretmenler tarafından görüşülmüş ve uygun olduğu Zümre Toplantı Tutanağına işlenmiştir (URL-2).

Asıl uygulamaya, Genel Liseden 30, Anadolu Lisesinden 30 ve Teknik Liseden 23 olmak üzere toplam 83 öğrenci katılmıştır. Daha önce de belirtildiği gibi uygulamaları okulların fizik öğretmenleri yürütmüşler, araştırmacı ise uygulamalarda gözlemci olarak yer almış ve gözlemlerini BORAN yardımıyla kaydetmiştir. Asıl uygulamalara geçmeden önce Enerji Ünitesi Kavramsal Başarı Testi (ENBAT) ve Fizik Tutum Ölçeği (FTÖ) ön test olarak tüm sınıflara uygulanmıştır. Ayrıca 9 öğrenci ile yarı yapılandırılmış ön mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kontrol grubu olmaması nedeniyle asıl uygulamanın yapılacağı sınıflara üç ayrı deney grubu olarak, veri toplama araçları uygulanmıştır. Uygulamalar tüm gruplarda toplam 11 ders saati süresince gerçekleştirilmiştir. Uygulama öncesinde gruplara araştırmacı ve öğretmen tarafından çalışma hakkında açıklayıcı bilgiler verilmiş ve çalışma süresince yapılacak olan değerlendirmelerin ders notunu etkilemeyeceği belirtilmiştir.

Ön testlerden sonra gruplara, geliştirilen materyaller uygulanmıştır. Öğrenci ders materyali ve öğretmen kılavuzu 5E öğretim modelinin basamaklarına dikkat edilerek ve öğrenciler için uygun bağlamlar öğretim sürecinde kullanarak uygulanmaya çalışılmıştır. Öğrenci ders materyalinde, modelinin ilk aşaması olan Girme aşamasında çoğunlukla konuya kısa olayla başlanmıştır. Kısa olay içerisinde, öğrenciler için gerçek hayattan seçilmiş bir bağlam bulundurmaktadır.

Kısa olayın sonunda öğrenciler, mevcut bilgileriyle cevaplamakta zorlanacakları, günlük hayatla ilişkilendirilmiş bir sorunla karşı karşıya bırakılmışlardır. Bu olay ve beraberindeki sorun, öğrencilerin ön bilgilerinin farkına varmalarını, derse karşı ilgi ve merak duymalarını ve öğrenmeye yönelik motivasyonlarının artmasını sağlamak amacıyla kullanılmıştır. Girme aşaması, genel olarak her üç deney grubunda da başarılı bir şekilde uygulanmıştır.

İkinci aşama olan Keşfetme' de öğrenciler, çoğunlukla grupla ya da bireysel çalışarak bir etkinlik temelinde, basamağı gerçekleştirmeye çalışmışlardır. Etkinliklerde gerekli olan araç-gereçler ders öncesinde öğretmen ve araştırmacı tarafından temin

edilmiştir. Bu aşamada öğretmen oldukça pasif bir konuma geçtiğinden her üç grupta da öğrenciler sıkılmadan etkinlikleri yapmışlardır. Etkinlikler bir dizi uygulama ve uygulamaların bitiminde tartışma soruları içermektedir. Öğrenciler uygulamaları tamamladıktan sonra tartışma sorularını önce grup içerisinde birbirleriyle tartışmışlar ve daha sonra öğretmenin yönergeleriyle her gruptan bir sözcü seçerek sınıfa açıklamışlardır.

Açıklama aşaması, keşfetmenin devamı niteliğindedir. Bu basamakta öğrencilerden açıklamaları beklenen durumlar, öğrenci ders materyalinde yer alsa da öğretmenler, öğrencilerin bu bilgileri okumalarına fırsat vermeden açıklama yapmalarını istemiştir. Öğrenciler yaptıkları açıklamaların doğruluğunu sınavabilmek için öğrenci ders materyalindeki bilgilerden yararlanmışlardır.

Derinleştirme aşaması öğrencilerin yeni öğrendiklerini farklı durumlara uyguladıkları kısımdır. Bu aşama, keşfetme aşamasına benzer şekilde derinlemesine bir etkinlikle gerçekleştirildiği gibi, öğretmenin performansına bağlı olarak, yeni öğrenilen bilgilere öğrencilerin günlük hayattan örnekler verebilecekleri bir tartışma ortamıyla da gerçekleştirilebilmektedir. Öğrenci ders materyalinde derinleştirme aşamasında yer alan etkinlikler gerçek yaşam bağlamlarında seçilmiştir. Keşfetme aşamasında olduğu gibi bu aşamada da yürütülen etkinliklere öğrenciler etkili bir katılım göstermişlerdir. Genel olarak tüm gruplarda, öğretmen tarafından yaratılan tartışma ortamına, öğrenciler çekinmeden katılmışlar ve düşüncelerini açıklamışlardır.

Değerlendirme aşaması öğrenci ders materyalinde çeşitli tekniklerle gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Bunlar arasında; yapılandırılmış grid, dallanmış ağaç, doğru-yanlış soruları, araştırma-proje ödevleri ve poster hazırlama gibi teknikler sayılabilir. Değerlendirme etkinliklerinin bir kısmı ders içi bir kısmı ise ders sonrası etkinliklerden oluşmaktadır. Öğretmenin tutumuna ve ders süresine bağlı olarak değerlendirme etkinlikleri bazen ders sonrasına bırakılmış, bazen de diğer etkinliklere ayrılan süreler kısaltılarak ders içerisine sığdırılmıştır.

Asıl uygulamaların tamamlanmasının ardından öğrencilere son testler uygulanmıştır. Son testlere, ön testlere katılan tüm öğrenciler katılmışlardır. Ayrıca ön mülakatların yapıldığı 8 öğrenci ile son mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Son mülakatlarda öğrencilere, uygulamaların geneline yönelik sorular da yöneltilmiştir. Son olarak uygulamaları yürüten öğretmenlerle, kullanmış oldukları öğrenci ders materyali ve öğretmen kılavuzu ve bunların uygulanmasıyla ilgili görüşlerini belirlemeye yönelik mülakatlar yapılmıştır.

2.10. Öğrenci Ders Materyali ve Öğretmen Kılavuzundan Bir Uygulama Örneği: “Enerjimizin Tamamı İşe Yarar Mı?”

Araştırmada geliştirilen öğrenci ders materyali, öğretmenin rahat kullanımına sunulması için, öğretmen kılavuzunda ilgili sayfalara yerleştirilmiştir. Böylece hem öğretmenin, uygulama sırasında kendisine yardımcı olacak öğretmen kılavuzuna rahatça erişebilmesi, hem de öğrenci ders materyalinden ilgili kısımlara öğrencilerin dikkatini çekebilmesi amaçlanmıştır. Aşağıda GL grubunda asıl uygulama olarak gerçekleştirilen “Enerjimizin Tamamı İşe Yarar Mı?” etkinliğinin 5E öğretim modelinin aşamalarına göre uygulanma süreci sıralanmıştır.

2.10.1. “Enerjimizin Tamamı İşe Yarar Mı?” Etkinliği Girme ve Keşfetme Basamağı

Asıl uygulamalar geçmeden önce, tüm öğrencilere geliştirilen öğrenci ders materyali fasikül haline getirilerek dağıtılmıştır. Bu sayede öğrencilerin derse gelirken konu ile ilgili araştırma yapmaları ve hazırlanarak gelmeleri sağlanmaya çalışılmıştır. Bunun yapılmasındaki bir diğer amaç ise konu öncesinde öğrencilere araştırmaları için geniş süre verilerek zamanın etkili kullanılmasını sağlamaktır. GL grubunda öğretmen girme aşaması için derse gelirken beraberinde Etkinlik 8 için gerekli olan araç gereçleri de getirmiştir. Bu araç gereçler, sınıftaki birçok öğrencinin dikkatini çekmiştir. Öğretmen kısa bir süre geçen derste işlenen konuları kısaca özetlemiştir. Özetleme kısmı öğretmen kılavuzunda belirtilmemiş olmasına rağmen, sorulduğunda öğretmen, bunun kendisinin bir alışkanlığı olduğunu belirtmiştir.

Enerjimizin Tamamı İşe Yarar mı? Etkinliği Öğretmen Kılavuzu

Ders: Fizik

Ünite: Enerji

Sınıf: 9

Süre: 40+40 dakika

Konu Başlığı: Enerjimizin Tamamı İşe Yarar mı?

İlgili Kazanımlar:

2.6 Harcanan enerjinin sürtünmeden dolayı tamamının işe dönüştürülemeyeceğini örneklerle açıklar (FTTÇ-2.d,e, 3.c).

2.7 Evrende, toplam enerjinin daima sabit olduğunu ve dolayısı ile korunduğunu açıklar (BİB-4.c,d).

Hatırlatma: Öğrenciler ilköğretim 7. sınıfta, sürtünmeden dolayı cismin sahip olduğu mekanik enerjinin bir kısmının, ısı enerjisine dönüştüğünü örneklerle açıklamışlardır. Dolayısıyla burada öğrencilerden beklenen, önceki bilgilerini hatırlamaları ve o bilgileri pekiştirmeleridir.

Girme Aşaması:

Karadeniz Bölgesinin çok yağmur alan bir bölge olması öğrencilere hatırlatılarak derse giriş yapılır. Bu aşamada yağmur damlalarının yeryüzüne düşerken sürtünmeden dolayı enerji kaybetmeleri olgusuyla bağlam oluşturulacaktır. Yağmur damlaları hakkındaki kısa olay

Etkinlik

Mekanik Enerji Nasıl Dönüştü?

Nasıl Yapalım?

1. Şekildeki sarkaç düzenini kurunuz.
2. Sarkacın 20-30 cm kadar uzayına kalın bir kitabı dik olarak yerleştiriniz.
3. Kaucuk topu kitaba dokunacak kadar yaklaştırıp serbest bırakarak salınmasını izleyiniz.
4. Aynı işlemi metal top için de yapınız.



Ne Bulduk?

1. Kaucuk top, salınırken tekrar kitaba dokunabili mi? Ne kadar yaklaşıyor?
2. "Bu durum metal top için nasıldır? Metal top kitaba ne kadar yaklaşıyor?"
3. Aynı deneyi sırayla altunda gerçekleştiriniz, topları salınması için de söyleyiniz? Tartışınız.
4. Toplar salınırken enerjinin kaybetmesi olabilir mi? Enerji nereye kaybolmuş olabilir? Tartışınız.

Araç-Gereçler

- # ip
- # kaucuk top, metal top
- # üç ayak
- # bağlanabilir parçası

Yukarıdaki etkinlik, salınmakta sallanan bir kişinin hareketiyle benzer bir durumu ifade etmektedir. Salınmakta sallanan bir çocuğu bir başkası düzenli olarak itmezse salınacağı bir süre sonra durduğunu görmüşüzdür. Yukarıdaki etkinliğe de sarkacın başlangıçta var olan potansiyel enerjisi yere en yakın olduğu noktada maksimum kinetik enerjiye dönüşmekte ve yükseldiğinde tekrar potansiyel enerjiye dönüşmektedir. Ancak sarkaç hiçbir zaman başlangıçta olduğu yüksekliğe kadar çıkamayacak ve bir süre sonra salınım duracaktır. Bunun nedeni topları havayla temas etmesi ve harekete zıt yönde bir sürtünme kuvveti ortaya çıkmasıdır. Sürtünme, hareket sırasında enerjinin bir kısmının hava moleküllerini ısıtmasına yani cismin başlangıçtaki potansiyel enerjisinin hareket ettikçe ısı enerjisine dönüşmesine yol açacaktır.

Enerjimizin Tamamı İşe Yarar mı?

Aşağıda anlatılan olayı okuyunuz ve üzerinde tartışınız.

Yaşadığı bölgede çok yağmur yağın Sezen, yine yağmurlu bir günde pencereden dışarıyı izliyordu. Yağmur damlalarının yere çarpması Sezenin aklında bir soru uyandırdı. Sezen, Fizik derslerinden yüksekliği olan cisimleri potansiyel enerjiye sahip olduklarını ve bu cisimler düşerken potansiyel enerjilerinin kinetik enerjiye dönüşerek cisimlerin hızlanmasına neden olduğunu biliyordu. Sezen, "Yağmur damlaları çok yüksekten düşüyor ve çok büyük potansiyel enerjiye sahipler, bu enerjinin kinetik enerjiye dönüşmesi durumunda damlaların bir kurşun kadar hızlı olması gerekir" diye düşündü. Gerçekten de Sezenin düşüncesi doğrudu. O halde neden yağmur damlaları bir kurşun hızıyla düşmeyip bizlere zarar vermiyorlar. Tartışınız.

Önceki bölümlerde enerjiyi iş yapabilmeye yeteneği olarak tanımlanmış ve sistemlerin enerjileri ölçülürken iş yapabileceğini belirtmiştik. Acaba sahip olunan enerjinin tamamı işe dönüştürülmekte midir? Yoksa bir kısmı kaybolmakta mıdır? Aşağıdaki etkinlikte bunu inceleyelim.

yönergelere göre etkinliği gerçekleştirirler. Daha sonra *Ne bulduk?* kısmındaki sorular yardımıyla öğrencilerin sarkaçtaki topun hava sürtünmesi nedeniyle yavaşladığının ve enerji kaybettiğinin farkına varmalarını sağlanır. Her grup belirlediği bir grup sözcüsüyle, grup içerisinde tartışarak belirlediği fikirleri sınıfa açıklar. Daha sonra öğrencilerden sarkaçtakine benzer olaylara, günlük hayattan örnekler bulmalarını isterler.

Şekil 6. "Enerjimizin tamamı işe yarar mı?" etkinliği girme ve keşfetme basamağı öğretmen kılavuzu

Daha sonra öğretmen kılavuzuna bağlı olarak dersi yürütmüştür. Öğretmen, konuya giriş yapmak için yaşadıkları bölgede çok yağmur yağdığını ve öğrencilerin bu durumdan memnun olup olmadığını sormuştur. Öğrenciler söz isteyerek çeşitli cevaplar vermiştir. Daha sonra öğrencilerden öğrenci ders materyalindeki kısa olayı okumalarını istemiştir. Olayı tüm öğrenciler okumuş ve sonrasında tartışma ortamına katılmıştır. Tartışmada çok az sayıda öğrenci beklenen cevabı vermiştir. Bunun üzerine öğretmen hiçbir açıklama yapmadan keşfetme aşamasına geçmiştir.

Keşfetme aşamasında öğretmen yanında getirdiği araç gereçleri oturma düzenlerine göre gruplandırıldığı öğrencilere dağıtmıştır. Öğrencilerden Etkinlik 8'deki yönergeleri okuyarak etkinliği yapmalarını istemiştir. Öğretmen grupların arasında dolaşarak, etkinliği doğru bir şekilde yapmaları için öğrencilere rehberlik etmiştir. Etkinliğin yapılması sırasında sınıfta gürültü ve karmaşa ortamı oluşmasına rağmen öğretmenin bu duruma müdahale etmediği gözlenmiştir. Öğrenciler etkinlik sonrasında Ne Bulduk? kısmındaki soruları cevaplamada oldukça istekli olmuşlardır. Tüm gruplar sarkaçtaki topun yeniden başlangıç noktası olan kitaba ulaşamamasının hava sürtünmesinden kaynaklandığının farkına varmışlardır. Deneyin suyun içinde yapılması durumunda ise sarkacın su moleküllerine sürtünmeye gireceği öğrenciler tarafından belirtilmiştir. Öğretmen keşfetme basamağında yapılan sınıf tartışmasından yararlanarak açıklama basamağına geçiş yapmıştır. Şekil 6'da öğrenci ders materyalinin de içinde bulunduğu öğretmen kılavuzu görülmektedir.


2.10.2. “Enerjimizin Tamamı İşe Yarar Mı?” Etkinliği Açıklama ve Derinleştirme Basamağı

Açıklama aşaması keşfetme aşamasının devamı niteliğinde olup, Etkinlik 8'deki “Ne bulduk?” kısmındaki soruların cevaplanmaya başlanmasıyla açıklama aşamasına da geçilmiştir. Öğrenciler beklenen doğru cevapları vermişler ancak emin olmak için öğretmenin açıklamalarını beklemişlerdir. Öğretmen, sürtünmeye harcanan enerjiyle ilgili açıklama yaptıktan sonra öğrencileri, öğrenci ders materyalindeki metni okumaları ve resimleri incelemeleri için yönlendirmiştir.

Öğrenciler sayfa 14'teki resimleri inceleyip sürtünmenin istenmediği durumlarda araçların nasıl tasarlanacağı ile ilgili görüşlerini bildirmişlerdir. Öğretmen, sadece

öğrencilerin görüşlerini onaylamakla yetinmeyip, konuyla ilgili başka örneklerde göstermiştir.

Açıklama aşamasında, öğrencilerin belirttiği açıklamaları yeterli bulan öğretmen derinleştirme aşamasına geçmiştir. Bu aşama için gerekli olan gereçler öğrencilerde bulunduğu için, öğretmen herhangi bir araç-gereç getirmemiştir. Öğrencilerden ikişerli gruplar oluşturmaları ve Etkinlik 9'u yapmaları istenmiştir. Bu etkinlikte, öğrenciler bir cismi sıranın üzerinde bir süre iterek cisme kinetik enerji kazandırmışlardır. Ancak cisim bir süre sonra sürtünmenin etkisiyle durmuştur.

Enerjimizin Tamamı İşe Yarar mı? Etkinliği Açıklama ve Derinleştirme Aşaması	
<p>Açıklama Aşaması:</p> <p>Bu aşamada öğrencilerden, keşfetme basamağındaki sarkaç etkinliğinde gerçekleşen enerji olaylarını ifade etmeleri istenir. Öğrencilerden, öğrenci ders materyalinde sayfa 14'teki uçak, gemi ve yarış otomobili şekillerini inceleyerek, sürtünmeye harcanan enerjiyi azaltmak için neler yapılabileceği ile ilgili açıklamalarını geliştirmeleri istenir. Daha sonra Sayfa 14'teki Etkinlik 9'a kadar olan açıklama paragrafı öğrenciler tarafından okunur ve öğretmen son aşamada konuyla ilgili açıklamalarını yapar. Öğretmen açıklamalarını yine gerçek hayattan başka örneklerle zenginleştirir.</p>	<p>Derinleştirme Aşaması:</p> <p>Bu aşamada Etkinlik 9 öğrencilere yaptırılır. Etkinlik 9'daki <i>Ne bulduk?</i> kısmındaki tartışma sorularıyla, öğrencilerin cisme etki eden kuvvet kaldırıldıktan sonra cismin sürtünme kuvvetinin etkisinde hareket ettiği ve sürtünme kuvvetinin de iş yaptığı sonucuna ulaşmaları sağlanır. Böylece sürtünmede harcanan enerjinin ısı enerjisine dönüştüğü, aslında enerjinin kaybolamayacağı öğrencilere kavratılmaya çalışılır. Bu aşamada, evrendeki toplam enerjinin sabit olduğu ve toplam enerjinin korunduğunu öğrencilerin anlaması için ilave örnekler verilir. Öğrencilerden ellerini birbirine sürtmeleri ve sürtme sonucunda ellerinin ısındığını fark etmeleri, basit örnek olarak gösterilebilir. Daha sonra öğrenci ders materyalinin 15. sayfasında yer alan konuyla ilgili metin tüm öğrencilere okutulur ve enerjinin korunumu prensibi kavratılmaya çalışılır.</p>
<p>Bu deney bir sıvı içinde yapılırsa, sürtünme çok daha fazla olacak ve salınım daha kısa sürede sona erecektir. Ortaya çıkan ısı enerjisi de sıvının sıcaklığının artmasına sebep olacaktır. Şimdi yukarıdaki layda yağmur damlalarının insanlara niçin zarar vermediğini tekrar düşününüz.</p> <p>Sürtünme kuvveti yaşamamızın her alanında ortaya çıkmakta ve enerjinin taşınmasını işe dönüştürülmesine engel olmaktadır. Bazı durumlarda işimize yararken bazı durumlarda enerji kaybı olmaması için sürtünmenin olmamasını istemektediriz. Örneğin özellikle hız yapması istenilen araçların (otomobil, yarış otomobili, jet, uçak) ön kısımlarının sivri olması hava sürtünmesini ve sürtünmede harcanan enerjiyi en aza indirmek içindir. Gemilerde burun kısmının sivri olması da suyla sürtünmenin en aza indirilmesini sağlamaktadır. Otomobil motorlarında da sürtünmeden dolayı enerjinin bir kısmı ısı enerjisine dönüşmekte araç motorları ısınmaktadır. Otomobillerde sıcaklık göstergelerinin bulunmasının nedeni motorun sıcaklığını kontrol altında tutmak içindir. Bu durumu en aza indirmek için otomobil motorlarında motor yağı kullanılmaktadır.</p>	<p>Etkinlik 9 Sürtünme Kuvveti İş Yapabilir Mi? Nasıl Yapalım?</p> <p>Masanın üzerine bir kitap veya cisim koyarak bir süre itip bırakınız ve ne olduğunu gözlemleyiniz.</p> <p>Ne Bulduk?</p> <p>Şekildeki gibi bir kuvvet bir cisme belli bir süre etki ederse cismin yeri hareket eder ve sonra durur. Bu durumda kuvvetin cismi hareket ettirerek cisme aktardığı kinetik enerji, cisim durduğu için yok mu olmuştur yoksa başka bir biçime mi dönüşmüştür? Tartışınız.</p>
<p>Burada cisim iten kuvvet kaldırıldığında cisme herhangi bir başka kuvvet etki etmemiş gibi görünse de cisim zeminle temas ettiği sürece sürtünme kuvvetinin etkisi altında kalmıştır. İtici kuvvet kaldırıldığında cismin sahip olduğu kinetik enerji, sürtünme sayesinde ısı enerjisine dönüşmüştür. Dolayısıyla sürtünme kuvveti yol boyunca cisme etki ederek iş yapmış, cisme ve zemine ısı enerjisi aktarmıştır.</p>	

Şekil 7. “Enerjimizin tamamı işe yarar mı?” etkinliği açıklama ve derinleştirme basamağı öğretmen kılavuzu

Etkinlik sonunda, öğrencilerden bu durumu açıklamaları istenmiştir. Bu etkinlik keşfetme basamağındakine benzer bir etkinlik olduğundan öğrenciler zorlanmadan durumu açıklamışlardır. Öğretmen konuyu enerjinin korunumu prensibiyle ilişkilendirmek istediği için, öğrencilere sürtünmede harcanan enerjiye ne olduğunu sormuştur. Öğrencilerin bir kısmı enerjinin yok olduğunu söylemiştir. Ancak bir kısım öğrenci, enerjinin başka bir biçime dönüşmüş olabileceğini belirtmiştir. Bunun üzerine öğretmen öğrencilerin ellerini birbirine sürtmelerini ne olduğunu söylemelerini istemiştir. Öğrenciler ellerinin ısındığını fark ettiklerinden bir önceki durumda da sürtünmeyle enerjinin ısı enerjisine dönüştüğünü belirtmişlerdir. Öğretmen daha sonra öğrenci ders materyalinin 15. sayfasındaki metni öğrencilerin okumalarını istemiştir. Doğada, enerjinin hiçbir zaman kaybolamayacağını belirterek enerjinin korunumu prensibini kısaca açıklamıştır.

Şekil 7’de “Enerjimizin tamamı işe yarar mı?” etkinliği açıklama ve derinleştirme basamağı öğretmen kılavuzu yer almaktadır.

2.10.3. “Enerjimizin Tamamı İşe Yarar Mı?” Etkinliği Değerlendirme Basamağı

Değerlendirme aşamasına geçildiğinde ders süresinin bitimine 5 dakika kalmıştır. Öğretmen öğrencilerden defterlerine bu derste ne öğrendiklerini birer cümleyle yazmalarını istemiştir.

Ancak ders süresi bitmek üzere olduğu için bazı öğrencilerin motivasyonlarının bozulduğu gözlenmiştir. Öğretmen yalnızca üç öğrenciye defterine yazdığını okuması için söz vermiştir. Daha sonra öğrenci ders materyalinin 15. sayfasında yer alan Araştırılabilirlik-Öğrenelim etkinliğini ödev olarak hazırlamalarını istemiştir. Öğrencilerden araştırma ödevlerini hazırlarken üç kişilik gruplara ayrılmaları ve araştırma sonuçlarını yazılı bir doküman halinde teslim etmeleri istenmiştir. “Enerjimizin tamamı işe yarar mı?” etkinliği değerlendirme basamağı öğretmen kılavuzu Şekil 8’de görülmektedir.

Enerjimizin Tamamı İşe Yarar mı? Etkinliği Değerlendirme Aşaması	
<p>Değerlendirme Aşaması:</p> <p>Bu aşamada ilk olarak öğrencilerden bu ders saati boyunca neler öğrendiklerini defterlerine kendi cümleleriyle yazmaları istenir. Mümkün olduğunca çok sayıda öğrenciye söz verilerek, defterlerine yazdıkları okutularak geri bildirimde bulunulur. Bu sayede hem öğrencilerin gözünden, neler öğrendikleri belirlenmeye çalışılır, hem de öğretim sırasında oluşan kavram yanlışları olup olmadığı tespit edilmeye çalışılır. Eğer çok sayıda öğrencide benzer kavram yanlışları oluşmuşsa, öğretim süreci gözden geçirilir ve bunun kaynağı araştırılır.</p> <p>Daha sonra, öğrenci ders materyalinin 15. sayfasında yer alan <i>Araştırılabilir-Öğrenelim</i> etkinliği ödev olarak verilir. Araştırma ödevinin hazırlanması için öğrencilerden, ikişer veya üçer kişilik gruplar oluşturulur. Öğrencilerden, yaptıkları araştırmaları yazılı bir doküman haline getirerek teslim etmeleri ve bir sonraki derste sözlü olarak sunmaları istenir.</p>	<p>Sürtünmede harcanan ısı enerjisini ölçebilseniz, bu enerjinin cismin sahip olduğu kinetik enerjiye eşit olduğunu görürdük. Evrendeki enerji miktarının sabit olduğu ve asla değişilemeyeceğinden, sürtünmede harcanan enerji de yok olmaz. Enerjinin yok edilemeyeceği ve yoktan var edilemeyeceği ilkesine "enerjinin korunumu" prensibi denir. Mekanik enerjinin kinetik enerji ve potansiyel enerjinin toplamı olduğu düşünüldüğünde eğer sistemde sürtünme yoksa ve mekanik enerjinin bir kısmı ısı enerjisine dönüşmüyorsa bu durumda "mekanik enerjinin korunduğu" söylenir.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">Araştırılabilir-Öğrenelim</p> <p>1. Bir otomobilde, yakıttaki kimyasal enerjinin ne kadının otomobilin hareketi için kullanıldığını ve geriye kalan enerjiye ne olduğunu araştırınız. Daha fazla enerjinin harekete harcanmasına yönelik çözüm önerilerinizi sıralayınız.</p> <p>2. Günlük hayatımızda sürtünme kuvveti veya sürtünmede harcanan enerjinin bizler için faydalı olduğu en az beş örnek bularak, nedenleriyle birlikte yazınız.</p> <p style="text-align: center;">Elde ettiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.</p> </div>

Şekil 8. "Enerjimizin tamamı işe yarar mı?" etkinliği değerlendirme basamağı öğretmen kılavuzu

2.11. Verilerin Analizi

Çalışmanın bu kısmında, veri toplama araçlarından elde edilen verilerin analizleri yer almaktadır. Çalışmada, Enerji Ünitesi Kavramsal Başarı Testi (ENBAT), Fizik Tutum Ölçeği (FTÖ), Bütünleştirici Öğrenme Ortamı Anketi (BORAN) ve yarı yapılandırılmış mülakatlarla veriler toplanmış olup veri analizleri ayrı ayrı sunulmuştur.

2.11.1. Enerji Ünitesi Kavramsal Başarı Testinden Elde Edilen Verilerin Analizi

Enerji Ünitesi Kavramsal Başarı Testi (ENBAT), açıklamalı-çoktan seçmeli bir test olması nedeniyle, iki aşamalı bir yapıya sahiptir. Bu nedenle testten elde edilen verilerin analizinde de iki aşamalı bir süreç izlenmiştir.

İlk aşamada, testin açıklamalı kısmı göz önüne alınmadan doğru cevaplar dikkate alınarak, her bir öğrenci için testin puanlaması yapılmıştır. Ön test ve son test puanlarının karşılaştırılmasında, SPSS programı kullanılmış ve bağımlı t-testi istatistiği her bir grup için ayrı ayrı yapılmıştır. Ayrıca grupların başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık

olup olmadığını belirlemek amacıyla F testi (Tek Yönlü ANOVA) ve Kovaryans Analizi (ANCOVA) tekniklerinden yararlanılmıştır.

İkinci aşamada, öğrencilerin çoktan seçmeli teste verdikleri yanıtlar, soruya ait açıklamalarıyla birlikte değerlendirilmiştir. Bu süreçte, cevapların anlama düzeylerine göre sınıflandırılması yöntemi kullanılmıştır. Literatürde, açık uçlu soruların analizinde, verilen cevapların genellikle “Anlama, Kısmen Anlama, Kavram Yanılgısı, Anlamama (cevapsız, boş)” olmak üzere dört sınıfa ayrıldığı çalışmalara rastlanmaktadır (Ayas, 1995; Marek, 1986; Akdeniz, Bektaş ve Yiğit, 2000; Ürek ve Tarhan, 2005). Bu çalışmada, çoktan seçmeli sorulara verilen yanıtlar, öğrencilerin soruya ait olan açıklamalarıyla birleştirilerek, her bir yanıtın dâhil olduğu kavrama düzeyi belirlenmiştir. Öğrencilerin yanıtlarına ve açıklamalarına göre kavrama düzeyleri Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Öğrencilerin testte verdikleri yanıtlara ilişkin kavrama düzeyleri

Kavrama Düzeyleri	Çoktan Seçmeli Soruya Verilen Yanıt	Sorunun Açık Uçlu Açıklaması
Tam Anlama (TA)	Doğru	Mevcut bilgilerin tümünü veya büyük bir kısmını kullanarak soruyla ilgili hedeflenen sonucu sağlayan cevaplar
Kısmen Anlama (KA)	Doğru	Kabul edilebilir düzeyde olan ancak soruda hedeflenen sonucu tam olarak karşılamayan cevaplar
Kavram Yanılgısı/Alternatif (KY/AD) Düşünce	Yanlış	Bilimsel bilgilere alternatif oluşturan, bilimsel olarak yanlış olan cevaplar
Anlamama/Cevapsız, (A/C)	Yanlış/Cevapsız	Boş bırakma, bilmiyorum şeklindeki cevaplar

Cevapların kavrama düzeylerine göre sınıflandırılması işlemi, tüm deney grupları için ön test-son test olarak ayrı ayrı yapılmıştır. Kavrama düzeylerinde frekansları ve yüzdeleri, tablolar halinde gösterilmiştir. Bu sayede, tüm gruplar için ön test-son test arasındaki farklılıkların ortaya konulması sağlanmıştır.

2.11.2. Fizik Tutum Ölçeğinden Elde Edilen Verilerin Analizi

Araştırma kapsamında geliştirilen Fizik Tutum Ölçeği (FTÖ), beşli likert türünde tasarlanmıştır. Ölçekten elde edilen verilerin analizinde, ilk olarak ölçek maddelerinin aritmetik ortalamalarına bakılmıştır. Elde edilen verilerin gerekli istatistiksel çözümleri için SPSS programından yararlanılmıştır. Aritmetik ortalamaların değerlendirilmesinde;

“Aralık Genişliği = Dizi Genişliği (Ranj)/Grup Sayısı” formülünden faydalanarak, $4/5=0.80$ olarak puan aralıkları belirlenmiştir (Tekin, 1996). Buna göre belirlenen puan aralıkları Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. Likert tipi ölçek için puan aralıkları

(5) Tamamen Katılıyorum (TK)	4.20 - 5.00
(4) Büyük Ölçüde Katılıyorum (BÖK)	3.40 - 4.19
(3) Kısmen Katılıyorum (KK)	2.60 - 3.39
(2) Çok Az Katılıyorum (ÇAK)	1.80 - 2.59
(1) Hiç Katılmıyorum (HK)	1.00 - 1.79

Ayrıca ölçek puanlarının ön test-son test olarak karşılaştırılmasında bağımlı t testi istatistiğinden, gruplar arasındaki karşılaştırmalarda ise kovaryans analizinden (ANCOVA) faydalanılmıştır.

2.11.3. Bütünleştirici Öğrenme Ortamı Anketinden Elde Edilen Verilerin Analizi

Çalışmada Bütünleştirici Öğrenme Ortamı Anketi (BORAN) uygulamaların 5E öğretim modeli temelinde gerçekleşme durumların gözlenmesi için kullanılmıştır. BORAN, 5E öğretim modelinin her bir basamağına yönelik olan 10’ar madde olmak üzere toplam 50 maddeden oluşmaktadır. Anketteki her bir ifade “gerçekleşmedi = 0 puan, kısmen = 1 puan, orta = 2 puan, iyi = 3 puan ve tamamen gerçekleşti = 4 puan” olacak şekilde puanlanmıştır. Çalışmada, uygulama süreci araştırmacı tarafından gözlemlenmiş ve her bir madde için gözlem puanlarının aritmetik ortalamaları alınarak tablolaştırılmıştır. Ortalamaları üç ve üzerinde olan maddenin veya basamağın istenilen düzeyde gerçekleştiği kabul edilebileceği belirtilmektedir (Özsevgeç, 2007; Saka, 2006).

2.11.4. Mülakatlardan Elde Edilen Verilerin Analizi

Araştırmada, uygulamaları yürüten öğretmenlerle ve deney gruplarından rastgele seçilmiş öğrencilerle yarı yapılandırılmış mülakatlar, gerçekleştirilmiştir. Öğretmenlerle

yapılan mülakatlar, geliştirilen materyallerin ve uygulama sürecinin değerlendirilmesine yöneliktir. Öğrencilerle gerçekleştirilen mülakatlar ise uygulama öncesinde kavramsal yapıyı belirlemek ve uygulama sonrası hem kavramsal yapıdaki değişimi hem de uygulama süreci hakkındaki görüşleri ortaya koymak amacıyla yürütülmüştür.

Mülakatlar, dijital ortamda kaydedilerek uygulama sonrasında yazılı hale getirilmiştir. Daha sonra metinler katılımcılara verilerek, kayıtların yanlışsız ve eksiksiz olduğunun doğrulanması ve bu yolla verilerin güvenilirliği sağlanmıştır. Mülakatlardan elde edilen verilerin analizlerinin nasıl yapılacağı konusunda Yin (1994), bazı cümlelerin doğrudan alınarak bireyin düşüncelerinin olduğu gibi yansıtılmasının faydalı olacağını savunmaktadır. Merriam (1988) ise, araştırma konusu ile doğrudan ilişkisi olan verilerin parantez içine alınarak olduğu gibi okuyucuya aktarılmasının gerekliliğini savunmaktadır. Yorum yapmadan verileri olduğu gibi aktarmak, okuyucunun ön yargısız olarak, verileri kendi yorumları ile ortaya koyabilmelerini mümkün kılmaktadır (Çepni, 2009). Mülakatların analizi esnasında bireyin görüşmeler boyunca söylediklerinin tümünün aynen alınması yerine, araştırmacının ifadelerini ve yorumlarını çıkararak elde edilen bilgilerin bu aşamadan sonra düzenlenmesi gerektiği görüşü savunulmaktadır (Cohen ve Manion, 1989; akt., Özsevgeç, 2007).

Çalışmada, öğretmen mülakatlarının analizinde, aynı mülakat sorusuna öğretmenlerin verdikleri cevapların sorulan sorular altında bir araya getirilerek doğrudan aktarılması yoluna gidilmiştir. Öğrenci mülakatlarında ise içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. İçerik analizi, belirli kurallara dayalı kodlamalarla, bir metnin bazı sözcüklerinin daha küçük içerik kategorileri ile özetlendiği sistematik, yinelenbilir bir teknik olarak tanımlanmaktadır (Neuendorf, 2002; Krippendorff, 2004; Büyüköztürk vd., 2008).

3. BULGULAR

Bu bölümde çalışmanın amacı ve buna bağlı olarak alt amaçları doğrultusunda elde edilen verilerin analizi sonucunda ortaya konulan bulgulara yer verilmiştir. Çalışmada, veri toplama araçlarından elde edilen bulguların ayrı ayrı sunulması esas alınmıştır. Bulguların alt amaçlara göre irdelenmesi ise çalışmanın bir sonraki bölümü olan, “Tartışma” başlığı altında ele alınmıştır.

3.1. Enerji Ünitesi Kavramsal Başarı Testinden Elde Edilen Bulgular

Çalışmada, bu başlık altında Enerji Ünitesi Kavramsal Başarı Testinden (ENBAT) elde edilen bulgular ortaya konulacaktır. ENBAT, açıklamalı-çoktan seçmeli yapıda bir test olduğundan dolayı testin analizi iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada testin açıklamalı kısmı dikkate alınmayarak, sadece öğrencilerin çoktan seçmeli bölüme verdikleri cevapların nicel analizi yapılmıştır. İkinci aşamada, öğrencilerin çoktan seçmeli teste verdikleri yanıtlar, soruya ait açıklamalarıyla birlikte değerlendirilmiştir. Bu süreçte, cevapların anlama düzeylerine göre sınıflandırılması yöntemi kullanılmıştır.

3.1.1. ENBAT Çoktan Seçmeli Kısımdan Elde Edilen Bulgular

ENBAT’ın ön test ve son test sonuçlarının karşılaştırılması için tek örneklem için t testi (bağımlı t testi) yapılması öngörülmüştür. Bu analiz için ilk olarak grupların normallik varsayımını sağlayıp sağlamadığına bakılmıştır. Tüm grupların ön test- son test değerleri için normallik analizi sonuçları Tablo 13’te görülmektedir.

Hesaplanan çarpıklık ve basıklık katsayılarının (-1) – (+1) arasında değer alması, verilerin normal dağılım gösterdiğini ortaya koymaktadır (Kalaycı vd., 2005). Bununla birlikte, tüm grupların ön test ve son test değerleri için Kolmogorov-Smirnov (K-S) testi de yapılmış ve test sonuçları ($p>.05$) verilerin normal dağılıma uygun olduğunu desteklemiştir. Verilerin bağımlı t testi için gerekli olan varsayımları taşıdığı belirlenmiştir. Buna göre gruplar için ön test-son test karşılaştırmasına ilişkin analiz sonuçları Tablo 14’te sunulmuştur.

Tablo 13. Gruplar için normallik analizi sonuçları

Testler	Gruplar	N	\bar{X}	Ss	Çarpıklık	Basıklık
Ön Test	GL	30	7,00	2,38	0,38	0,08
	AL	30	9,00	2,57	0,20	-0,59
	TL	23	6,35	2,89	0,66	-0,45
Son Test	GL	30	11,87	2,80	-0,23	-0,49
	AL	30	13,73	2,27	-0,16	-0,02
	TL	23	10,70	1,92	-0,63	0,81

Tablo 14'teki analiz sonuçlarına göre; ENBAT'tan öğrencilerin aldıkları ön test ve son test puanları arasında GL deney grubunda ($t_{(29)} = -8,41$; $p < 0,05$), AL deney grubunda ($t_{(29)} = -7,86$; $p < 0,05$), TL deney grubunda ($t_{(22)} = -8,41$; $p < 0,05$) ve örneklemin genelinde ($t_{(82)} = -14,11$; $p < 0,05$) son test lehine anlamlı bir farklılık görülmüştür. Bu bulgu, tüm deney gruplarında yapılan öğretim etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal başarıları üzerinde etkili olduğunu ortaya koymuştur. Test ortalamaları göz önüne alındığında, GL grubunda ön test ortalaması 7,00 iken bu değer son testte 11,87 olmuştur. AL grubunda, ön test ortalaması 9,00 iken son testte 13,73'e yükselmiştir. TL grubunda ise ön test ortalaması 6,35 'ten son testte 10,70 değerine artış göstermiştir.

Tablo 14. Gruplar için ENBAT ön test-son test bağımlı t testi sonuçları

Gruplar	N	Ön test		Son test		sd	t	p
		\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss			
GL deney grubu	30	7,00	2,38	11,87	2,80	29	-8,41	0,00
AL deney grubu	30	9,00	2,57	13,73	2,27	29	-7,86	0,00
TL deney grubu	23	6,35	2,89	10,70	1,92	22	-8,41	0,00
Tüm deney grubu	83	7,54	2,80	12,22	2,67	82	-14,12	0,00

Tüm gruplarda ön test-son test ortalama farkının birbirine yakın değerler alması dikkat çekici bir sonuç olmakla birlikte, bu durum uygulamaların hangi grupta daha etkili olduğu sorusunu akla getirmektedir. Bunun için gruplar arasında ön test ve son test puanlarının ayrı ayrı tek yönlü varyans analiziyle (ANOVA) karşılaştırılmıştır. ANOVA için

ilk olarak varyans homojenliği varsayımının sağlanıp sağlanmadığına bakılmıştır (Tablo 15).

Tablo 15. ENBAT ön test ve son test için gruplar arası varyans homojenliği testi

	Levene Statistic	sd1	sd2	p
Ön test	,801	2	80	0,453
Son test	2,299	2	80	0,107

Tablo 15'e göre, hem ön testte ($p>0,05$) hem de son testte ($p>0,05$) varyans homojenliğinin sağlandığı ve verilerin ANOVA için elverişli olduğu söylenebilir. Tablo 16'da ön test ve son test puanlarının gruplar arası karşılaştırılmasına ilişkin ANOVA sonuçları görülmektedir. ANOVA'da gruplar arasındaki anlamlı farkın kaynağının belirlenmesinde Tukey HSD post hoc testi kullanılmıştır.

ANOVA sonuçlarına göre, ön testte gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılık gözlenmiştir ($F_{(2, 80)} = 7,82$; $p<0,05$). Anlamlı farkın hangi gruplardan kaynaklandığını belirlemek için yapılan Tukey HSD testine göre, Anadolu Lisesi deney grubuyla Genel Lise deney grubu arasında ve Anadolu Lisesi deney grubuyla Teknik Lise deney grubu arasında, AL grubu lehine bir farklılık olduğu belirlenmiştir.

Son test puanlarına ilişkin ANOVA sonuçlarında da istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılık belirlenmiştir ($F_{(2, 80)} = 10,99$; $p<0,05$). Tukey HSD testine göre bu farklılığın ön testtekine benzer şekilde AL-GL ve AL-TL deney grupları arasında ve yine AL lehine olduğu ortaya konmuştur.

Tablo 16. Ön test ve son test puanlarının gruplar arası karşılaştırılmasına ilişkin ANOVA sonuçları

Testler	Gruplar	N	\bar{X}	Ss	sd	F	p	Anlamlı farkın kaynağı (Tukey HSD testi)
Ön test	GL deney grubu	30	7,00	2,38	80	7,82	0,001	AL-GL AL-TL
	AL deney grubu	30	9,00	2,57				
	TL deney grubu	23	6,35	2,89				
Son Test	GL deney grubu	30	11,87	2,80	80	10,99	0,000	AL-GL AL-TL
	AL deney grubu	30	13,73	2,27				
	TL deney grubu	23	10,70	1,92				

Hem ön testte hem de son testte AL grubunun daha başarılı olduğunun belirlenmesi, yapılan öğretim uygulamalarının hangi okul türünde daha etkili sonuçlar verdiği konusunda kesin bir yargıya ulaşılamamasına neden olmuştur. Çünkü AL grubunun ön testte GL ve TL gruplarından daha başarılı olması son testte de benzer başarıyı gösterebileceği olasılığını akla getirmektedir. Bu nedenle, yapılan öğretim uygulamalarının öğrencilerin kavramsal başarılarında gruplara göre farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için, daha hassas bir analiz tekniği olan Kovaryans Analizi (ANCOVA) yapılması uygun görülmüştür. ANCOVA’da ön test puanları ortak değişken, deney grupları (okul türü) bağımsız değişken ve son test puanları ise bağımlı değişken olarak belirlenmiştir.

Tablo 17. Gruplarda ön test puanlarına bağlı olarak regresyon doğrularının eğimlerinin incelenmesi

Kaynak	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	p
Grup	30,62	2	15,31	2,81	0,066
Ön test	31,29	1	31,29	5,75	0,019
Grup * Ön Test	8,67	2	4,33	0,79	0,455
Hata	419,42	77	5,45		
Toplam	12972,00	83			

ANCOVA’da ilk olarak üç ayrı okul türündeki öğrencilerin ön test puanlarına bağlı olarak son testin yordanmasına ilişkin regresyon doğrularının eğimlerinin eşitliği varsayımına bakılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17 incelendiğinde son test puanları üzerine Grup*Ön test ortak etkisinin anlamlı olmadığı görülmektedir ($F_{(2, 77)} = 0,79$; $p > 0,05$). Bu bulgu, üç farklı okul türündeki öğrencilerin ön test puanlarına bağlı olarak son testin yordanmasına ilişkin regresyon doğrularının eğimlerinin eşit olduğunu göstermektedir. Buna göre, ANCOVA için regresyon eğimlerinin eşitliği varsayımı sağlanmıştır. Ayrıca bağımlı değişken ve ortak değişken arasındaki korelasyon da ANCOVA’nın varsayımları arasında yer almaktadır. $r = ,30$ ve üzerindeki korelasyon değerlerinde ANCOVA’nın etkili bir analiz olduğu belirtilmektedir (Kalaycı vd., 2005). Yapılan analiz sonucunda korelasyon katsayısı $r = ,39$

($p < ,05$) olarak hesaplanmıştır. Bununla birlikte tüm grupların saçılma diyagramı da incelenmiş ve regresyonların homojen olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yukarıda gerçekleştirilen analizler, verilerin ANCOVA için uygun olduğunu ortaya koymaktadır. Buna göre, öğrencilerin ön test puanlarına göre düzeltilmiş son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemeye yönelik ANCOVA sonuçları Tablo 18’de görülmektedir.

Tablo 18. ENBAT’ın son test puanları için ANCOVA sonuçları

Kaynak	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	p
Düzeltilmiş model	156,01	3	52,00	9,597	0,000
Engelleme (Intercept)	928,14	1	928,14	171,281	0,000
Ön test	30,12	1	30,12	5,558	0,021
Grup	65,73	2	32,86	6,065	0,004
Hata	428,09	79	5,42		
Toplam	12972,00	83			

Tablo 18’deki ANCOVA sonuçlarına bakıldığında, ön test puanlarının etkisi göz önüne alındığında son testte deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(2, 79)}=6,065$; $p<0,05$). Başka bir deyişle, yapılan öğretim uygulamalarının öğrencilerin kavramsal başarıları üzerindeki etkisi okul türlerine göre farklılık göstermektedir. Tablo 19’da, ANCOVA sonucunda öğrencilerin düzeltilmiş son test ortalamaları verilmiştir.

Tablo 19. Grupların ön test son test ve düzeltilmiş son test ortalamaları

Gruplar	N	Ön Test	Son Test		Anlamlı Fark (Benferroni testi)
		\bar{X}	\bar{X}	Düzeltilmiş \bar{X}	
GL deney grubu	30	7,00	11,87	12,00	
AL deney grubu	30	9,00	13,73	13,39	AL-TL
TL deney grubu	23	6,35	10,70	10,98	

Buna göre GL grubunda, öğrencilerin son test ortalamaları 11,87 iken bu ortalama ön test ortak değişkeninin etkisiyle düzeltilerek 12,00’a yükselmiştir. TL grubunda da

ortalamanın 10,70'ten 10,98'e çıktığı görülmüştür. AL grubunun son test ortalaması ise 13,73'ten düzeltme sonucu 13,39'a düşmüştür. Böylece düzeltme sonucunda GL ve TL grubunun son test ortalamaları artarken AL grubunda azalma gözlenmiştir. Bu durum Tablo 16'da yer alan gruplar arası ANOVA karşılaştırmasının, ANCOVA sonucunda düzeltilmiş ortalamalar dikkate alındığında nasıl değişebileceği sorusunu akla getirmektedir. Bu karşılaştırma için ANCOVA kapsamında Benferroni testi kullanılmıştır. Buna göre yalnızca AL deney grubuyla TL deney grubunda AL lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu belirlenmiştir. Yani yapılan öğretim uygulamalarının, öğrencilerin kavramsal başarıları açısından, AL grubunda TL'den daha fazla bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bir başka deyişle uygulamalar, AL-GL ve GL-TL grupları arasında kavramsal başarı üzerine benzer bir etki göstermiştir.

3.1.2. ENBAT Açıklamalı-Çoktan Seçmeli Kısmıdan Elde Edilen Bulgular

Bu kısımda, öğrencilerin çoktan seçmeli teste verdikleri yanıtların, soruya ait açıklamalarıyla birlikte değerlendirilmesinden elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Cevapların, açıklamalarla birlikte analizinde, anlama düzeylerine göre sınıflandırılması esas alınmıştır. ENBAT' ta yer alan soruların anlama düzeylerine göre analizinde frekans (f) ve yüzde (%) değerleri kullanılmıştır. Tablo 20'de ENBAT'ın 1. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı verilmiştir.

Tablo 20. ENBAT'ın 1. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı

Anlama Düzeyleri	GL Deney Grubu				AL Deney Grubu				TL Deney Grubu			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
TA	4	13,3	13	43,3	10	33,3	14	46,7	2	8,7	10	43,5
KA	3	10,0	5	16,7	6	20,0	7	23,3	4	17,4	3	13,0
KY/AD	15	50,0	9	30,0	10	33,3	6	20,0	12	52,2	7	30,4
A/C	8	26,7	3	10,0	4	13,3	3	10,0	5	21,7	3	13,0

TA: Tam Anlama, KA: Kısmen Anlama, KY/AD: Kavram Yanılgısı/Alternatif Düşünce, A/C: Anlamama/Cevapsız

Belli bir yükseklikten serbest bırakılan bir topun yere çarpma anındaki enerjisinin korunumu ile ilgili olan 1. soruda, GL deney grubunda verilen yanıtların TA anlama düzeyinde ön testteki oranı %13,3 iken bu oran son testte %43,3 olmuştur. Ön testte %50,0 olan KY/AD anlama düzeyi ise son testte %30'a gerilemiştir. AL deney grubunun

yanıtlarına bakıldığında, ön testte %33,3 olan TA anlama düzeyinin, son testte %46,7'ye yükseldiği ve ön testte %33,3 olan KY/AD anlama düzeyinin de son testte %20,0 oranında gerçekleştiği görülmektedir. TL deney grubunda ön testte %8,7 gibi düşük bir oranda olan TA anlama düzeyi son testte %43,5'e yükselmiştir. Bununla birlikte %52,2 oranındaki KY/AD anlama seviyesi son testte %30,4'e düşmüştür.

Tablo 21. ENBAT'ın 2. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı

Anlama Düzeyleri	GL Deney Grubu				AL Deney Grubu				TL Deney Grubu			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
TA	7	23,3	16	53,3	9	30,0	17	56,7	6	26,1	9	39,1
KA	10	33,3	6	20,0	8	26,7	5	16,7	6	26,1	5	21,7
KY/AD	9	30,0	6	20,0	10	33,3	4	13,3	8	34,8	6	26,1
A/C	4	13,3	6	20,0	3	10,0	4	13,3	3	13,0	3	13,0

TA: Tam Anlama, KA: Kısmen Anlama, KY/AD: Kavram Yanılgısı/Alternatif Düşünce, A/C: Anlamama/Cevapsız

Tablo 21'de ENBAT'ın 2. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı yer almaktadır. Buna göre, fiziksel anlamda iş kavramıyla ilgili olan 2. soruda, GL deney grubunun ön testteki yanıtları TA anlama düzeyinde %23,3 ve KA anlama düzeyinde %33,3 olarak gerçekleşmiştir. Bu oranlar son testte TA ve KA anlama düzeyleri için sırasıyla %53,3 ve %20,0 olmuştur. Yani son testte TA anlama seviyesinin oranı artarken KA anlama seviyesinin oranında düşüş meydana gelmiştir. KY/AD anlama seviyesinde ise ön testteki %30,0'luk oran son testte %20,0'ye gerilemiştir. AL deney grubunda ön testte TA anlama düzeyi oranı %30,0 iken son testte %56,7'ye, KY/AD anlama düzeyi ise ön testte %33,3 iken son testte %13,3'e değişim göstermiştir. TL deney grubuna bakıldığında ön testte TA anlama düzeyindeki öğrencilerin oranı %8,7'den son testte %21,7'ye yükselmiştir. KY/AD düzeyinde ise %56,5 olan ön test oranı, son testte %39,1'e düşmüştür.

Tablo 22'de ENBAT'ın 3. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı verilmiştir. Bir sistemdeki ardışık enerji dönüşümleriyle ilgili olan 3. soruda GL, AL ve TL gruplarının TA anlama düzeyi oranları ön testte sırasıyla %20,0, %16,7 ve %8,7 iken, son testte %43,3, %40,0 ve %21,7 olmuştur. Burada, KA anlama düzeyinde tüm grupların ön test-son test oranları birbirine yakın düzeylerde gerçekleşmiştir. KY/AD anlama düzeyinde, GL deney grubunda ön testteki %46,7 oranı son testte %23,3'e

düşmüştür. Bu anlama düzeyinde AL grubunun ön test oranı %40,0 iken son testte %23,3'e, TL grubunda ise %56,5'ten %39,1'e gerilediği görülmüştür.

Tablo 22. ENBAT'ın 3. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı

Anlama Düzeyleri	GL Deney Grubu				AL Deney Grubu				TL Deney Grubu			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
TA	6	20,0	13	43,3	5	16,7	12	40,0	2	8,7	5	21,7
KA	7	23,3	8	26,7	9	30,0	6	20,0	5	21,7	6	26,1
KY/AD	14	46,7	7	23,3	12	40,0	7	23,3	13	56,5	9	39,1
A/C	3	10,0	2	6,7	4	13,3	5	16,7	3	13,0	3	13,0

TA: Tam Anlama, KA: Kısmen Anlama, KY/AD: Kavram Yanılgısı/Alternatif Düşünce, A/C: Anlamama/Cevapsız

Tablo 23. ENBAT'ın 4. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı

Anlama Düzeyleri	GL Deney Grubu				AL Deney Grubu				TL Deney Grubu			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
TA	13	43,3	17	56,7	10	33,3	18	60,0	5	21,7	11	47,8
KA	6	20,0	4	13,3	4	13,3	6	20,0	3	13,0	3	13,0
KY/AD	7	23,3	6	20,0	10	33,3	3	10,0	9	39,1	5	21,7
A/C	4	13,3	3	10,0	6	20,0	3	10,0	6	26,1	4	17,4

TA: Tam Anlama, KA: Kısmen Anlama, KY/AD: Kavram Yanılgısı/Alternatif Düşünce, A/C: Anlamama/Cevapsız

ENBAT'ın 4. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı Tablo 23'de görülmektedir. ENBAT'ın 4. sorusu farklı durumlarda yerçekimine karşı yapılan işlerin karşılaştırılmasına yöneliktir. Bu soruda GL deney grubunun % 43,3'ü ön testte TA anlama düzeyindeyken son testte bu oran %56,7 olmuştur. AL ve GL deney gruplarında ise TA anlama düzeyinin ön test oranları %33,3 ve %21,7'den son testte yaklaşık iki kat artarak %60,0 ve %47,8 şeklinde gerçekleşmiştir. GL grubunda KY/AD anlama düzeyinde ön teste oranı %23,3 iken son testte fazla değişim göstermeyerek %20,0 olmuştur. Bu düzeyde AL grubunun ön test oranı %33,3'ten son testte %10,0'a, TL grubunda ise %39,1'den %21,7'ye düşmüştür.

Tablo 24'te ENBAT'ın 5. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı verilmiştir. Tablo 22'ye göre, enerji aktarımı ile ilgili olan 5. soruda, GL deney grubunda verilen yanıtların TA anlama düzeyinde ön testteki oranı %33,3 iken bu oran son testte %40,0 olmuştur. Ön testte %36,7 olan KY/AD anlama düzeyi ise son testte yine aynı oranda gerçekleşmiştir. AL deney grubunun yanıtlarına bakıldığında, ön testte %3,3 olan

TA anlama düzeyinin son testte %36,7'ye yükseldiği ve ön testte %73,3 olan KY/AD anlama düzeyinin de son testte %30,0 oranına düştüğü görülmektedir. TL deney grubunda ön testte %8,7 gibi düşük bir oranda olan TA anlama düzeyi son testte %39,1'e yükselmiştir. Bununla birlikte %65,2 oranındaki KY/AD anlama seviyesinin oranı son testte %30,4'e gerilemiştir.

Tablo 24. ENBAT'ın 5. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı

Anlama Düzeyleri	GL Deney Grubu				AL Deney Grubu				TL Deney Grubu			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
TA	10	33,3	12	40,0	1	3,3	11	36,7	2	8,7	9	39,1
KA	5	16,7	4	13,3	1	3,3	6	20,0	2	8,7	4	17,4
KY/AD	11	36,7	11	36,7	22	73,3	9	30,0	15	65,2	7	30,4
A/C	4	13,3	3	10,0	6	20,0	4	13,3	4	17,4	3	13,0

TA: Tam Anlama, KA: Kısmen Anlama, KY/AD: Kavram Yanılgısı/Alternatif Düşünce, A/C: Anlamama/Cevapsız

Tablo 25'te ENBAT'ın 6. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı verilmiştir. Hareket halindeki bir sarkacın sahip olduğu toplam enerji hakkındaki 6. soruda; GL, AL ve TL gruplarının TA anlama düzeyi oranları ön testte sırasıyla %3,3, %13,3 ve %4,3 iken, son testte %26,7, %36,7 ve %34,8 olmuştur. Burada ön test oranlarının oldukça düşük olması dikkat çekicidir. KY/AD anlama düzeyinde, GL deney grubunun ön testteki %73,3 oranı son testte %40,0'a düşmüştür. Bu anlama düzeyinde AL grubunun ön test oranı %53,3 iken son testte %33,3'e, TL grubunda ise %69,6'dan %30,4'e gerilediği görülmüştür.

Tablo 25. ENBAT'ın 6. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı

Anlama Düzeyleri	GL Deney Grubu				AL Deney Grubu				TL Deney Grubu			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
TA	1	3,3	8	26,7	4	13,3	11	36,7	1	4,3	8	34,8
KA	1	3,3	6	20,0	5	16,7	6	20,0	2	8,7	5	21,7
KY/AD	22	73,3	12	40,0	16	53,3	10	33,3	16	69,6	7	30,4
A/C	6	20,0	4	13,3	5	16,7	3	10,0	4	17,4	3	13,0

TA: Tam Anlama, KA: Kısmen Anlama, KY/AD: Kavram Yanılgısı/Alternatif Düşünce, A/C: Anlamama/Cevapsız

Tablo 26'da ENBAT'ın 7. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı yer almaktadır. İş ve enerji kavramlarının ilişkilendirilmesiyle ilgili olan 7.

soruda, GL deney grubunun ön testteki yanıtları, TA anlama düzeyinde %13,3 olarak gerçekleşmiştir. Bu oran son testte %33,3 olmuştur. KY/AD anlama seviyesinde ise ön testteki %70,0'lik oran son testte %46,7'ye gerilemiştir. AL deney grubunda ön testte TA anlama düzeyi oranı %10,0 iken son testte %63,3'e, KY/AD anlama düzeyi ise ön testte %66,7 iken son testte %13,3'e değişim göstermiştir. Benzer şekilde TL deney grubunun ön test oranı, TA düzeyi için %21,7 ve KY/AD düzeyi için %47,8 olmasına karşın, son test oranları TA düzeyi için %34,8 ve KY/AD düzeyi için %30,4 olmuştur.

Tablo 26. ENBAT'ın 7. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı

Anlama Düzeyleri	GL Deney Grubu				AL Deney Grubu				TL Deney Grubu			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
TA	4	13,3	10	33,3	3	10,0	19	63,3	5	21,7	8	34,8
KA	2	6,7	4	13,3	3	10,0	5	16,7	4	17,4	3	13,0
KY/AD	21	70,0	14	46,7	20	66,7	4	13,3	11	47,8	7	30,4
A/C	3	10,0	2	6,7	4	13,3	2	6,7	3	13,0	5	21,7

TA: Tam Anlama, KA: Kısmen Anlama, KY/AD: Kavram Yanılgısı/Alternatif Düşünce, A/C: Anlamama/Cevapsız

ENBAT'ın 8. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı Tablo 27'de verilmiştir. Buna göre, iş ve enerji kavramlarıyla ilgili olan 8. soruya GL deney grubu öğrencilerinin verdikleri yanıtların TA anlama düzeyinde ön testteki oranı %30,0 iken bu oran son testte %40,0 olmuştur. Ön testte %30,0 olan KY/AD anlama düzeyi ise son testte yine %20,0 oranında gerçekleşmiştir. AL deney grubunun yanıtlarına bakıldığında, ön testte %36,7 olan TA anlama düzeyinin son testte %66,7'ye yükseldiği ve ön testte %33,3 olan KY/AD anlama düzeyinin de son testte %3,3 oranına düştüğü görülmektedir. TL deney grubunda ön testte %34,8 oranına sahip olan TA anlama düzeyi son testte %47,8'e yükselmiştir. Bununla birlikte %21,7 oranındaki KY/AD anlama düzeyinin oranı son testte %17,4'e gerilemiştir.

Tablo 28'de ENBAT'ın 9. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı sunulmuştur. Salıncakta sallanmakta olan bir çocuğun mekanik enerjisindeki değişimin sorgulandığı 9. soruda GL deney grubunun ön test ve son testteki TA anlama düzeyi oranları sırasıyla %20,0 ve %33,3 olmuştur. Bu grupta KY/AD anlama düzeyleri ise ön testte %46'dan son testte %33,3'e düşmüştür. AL deney grubunun yanıtlarına bakıldığında, TA anlama düzeyi ön testte %30,0, son testte %56,7 ve KY/AD anlama düzeyi ön testte %26,7, son testte %10,0 oranında dağılım göstermiştir. TL deney grubu ise

ön testte %17,4 oranında TA anlama düzeyine sahipken bu oran son testte %43,5'e yükselmiştir. Buna karşın KY/AD anlama düzeyi ön testte %39,1'den son testte %21,7'ye düşmüştür.

Tablo 27. ENBAT'ın 8. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı

Anlama Düzeyleri	GL Deney Grubu				AL Deney Grubu				TL Deney Grubu			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
TA	9	30,0	12	40,0	11	36,7	20	66,7	8	34,8	11	47,8
KA	10	33,3	9	30,0	7	23,3	8	26,7	7	30,4	5	21,7
KY/AD	9	30,0	6	20,0	10	33,3	1	3,3	5	21,7	4	17,4
A/C	2	6,7	1	3,3	2	6,7	1	3,3	3	13,0	4	17,4

TA: Tam Anlama, KA: Kısmen Anlama, KY/AD: Kavram Yanılgısı/Alternatif Düşünce, A/C: Anlamama/Cevapsız

Tablo 28. ENBAT'ın 9. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı

Anlama Düzeyleri	GL Deney Grubu				AL Deney Grubu				TL Deney Grubu			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
TA	6	20,0	10	33,3	9	30,0	17	56,7	4	17,4	10	43,5
KA	6	20,0	8	26,7	10	33,3	9	30,0	4	17,4	5	21,7
KY/AD	14	46,7	10	33,3	8	26,7	3	10,0	9	39,1	5	21,7
A/C	4	13,3	2	6,7	3	10,0	1	3,3	6	26,1	3	13,0

TA: Tam Anlama, KA: Kısmen Anlama, KY/AD: Kavram Yanılgısı/Alternatif Düşünce, A/C: Anlamama/Cevapsız

ENBAT'ın 10. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı Tablo 29'da yer almaktadır. ENBAT'ın 10. sorusu gökyüzüne yükselmekte olan bir roketin potansiyel, kinetik ve ısı enerjisindeki değişimle ilgilidir.

Tablo 29. ENBAT'ın 10. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı

Anlama Düzeyleri	GL Deney Grubu				AL Deney Grubu				TL Deney Grubu			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
TA	2	6,7	11	36,7	7	23,3	16	53,3	3	13,0	5	21,7
KA	4	13,3	4	13,3	8	26,7	9	30,0	4	17,4	6	26,1
KY/AD	19	63,3	11	36,7	12	40,0	4	13,3	12	52,2	9	39,1
A/C	5	16,7	4	13,3	3	10,0	1	3,3	4	17,4	3	13,0

TA: Tam Anlama, KA: Kısmen Anlama, KY/AD: Kavram Yanılgısı/Alternatif Düşünce, A/C: Anlamama/Cevapsız

Bu soruda GL deney grubunun % 6,7'si ön testte TA anlama düzeyindeyken son testte bu oran %36,7 olmuştur. AL ve GL deney gruplarında ise TA anlama düzeyinin ön test oranları %23,3 ve %13,0'ten son testte %53,3 ve %21,7'ye yükselmiştir. GL grubunda KY/AD anlama düzeyinde ön test oranı %63,3 iken son testte %36,7 olmuştur. Bu düzeyde AL grubunun ön test oranı %33,3'ten son testte %10,0' a, TL grubunda ise %39,1'den %21,7'ye düşmüştür.

Tablo 30'da ENBAT'ın 11. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı verilmiştir. Enerji kavramıyla ilgili çeşitli yargılar içeren ve çeldiricileri kavram yanlışlarından oluşan 11. soruda, GL, AL ve TL gruplarının TA anlama düzeyi oranları ön testte sırasıyla %6,7, %10,0 ve %8,7 iken, son testte %36,7, %50,0 ve %30,4 olmuştur. Burada ön test oranlarının oldukça düşük olması dikkat çekicidir. KY/AD anlama düzeyinde, GL deney grubunun ön testteki %70,0 oranı son testte %43,3'e düşmüştür. Bu anlama düzeyinde AL grubunun ön test oranı %73,3 iken son testte %30,0'a, TL grubunda ise %52,2'den %43,5'e gerilediği görülmüştür.

Tablo 30. ENBAT'ın 11. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı

Anlama Düzeyleri	GL Deney Grubu				AL Deney Grubu				TL Deney Grubu			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
TA	2	6,7	11	36,7	3	10,0	15	50,0	2	8,7	7	30,4
KA	1	3,3	2	6,7	0	0,0	1	3,3	2	8,7	3	13,0
KY/AD	21	70,0	13	43,3	22	73,3	9	30,0	12	52,2	10	43,5
A/C	6	20,0	4	13,3	5	16,7	3	10,0	7	30,4	3	13,0

TA: Tam Anlama, KA: Kısmen Anlama, KY/AD: Kavram Yanılgısı/Alternatif Düşünce, A/C: Anlamama/Cevapsız

ENBAT'ın 12. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı Tablo 31'de görülmektedir. ENBAT'ın 12. sorusu, havaya atılan bir topun mekanik enerjisindeki değişimle ilgilidir. Bu soruda, GL deney grubunun %30,0'u ön testte TA anlama düzeyindeyken son testte bu oran %56,7 olmuştur. AL ve GL deney gruplarında ise TA anlama düzeyinin ön test oranları %40,0 ve %17,4 iken son testte %50,0 ve %30,4 şeklinde gerçekleşmiştir. GL grubunda KY/AD anlama düzeyinde ön test oranı %40,0 iken son testte %16,7 olmuştur. Bu düzeyde AL grubunun ön test oranı %20,0'den son testte %16,7'ye düşmüştür. Bu anlama düzeyinde TL grubunun %30,4 olan ön test oranında son testte değişiklik olmamıştır.

Tablo 31. ENBAT'ın 12. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı

Anlama Düzeyleri	GL Deney Grubu				AL Deney Grubu				TL Deney Grubu			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
TA	9	30,0	17	56,7	12	40,0	15	50,0	4	17,4	7	30,4
KA	6	20,0	7	23,3	10	33,3	8	26,7	7	30,4	7	30,4
KY/AD	12	40,0	5	16,7	6	20,0	5	16,7	7	30,4	7	30,4
A/C	3	10,0	1	3,3	2	6,7	2	6,7	5	21,7	2	8,7

TA: Tam Anlama, KA: Kısmen Anlama, KY/AD: Kavram Yanılgısı/Alternatif Düşünce, A/C: Anlamama/Cevapsız

Tablo 32'de ENBAT'ın 13. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı yer almaktadır. ENBAT'ın 13. sorusu farklı durumlardaki enerji dönüşümlerinin karşılaştırılmasına yöneliktir. Bu soruda GL deney grubunun ön testteki yanıtları TA anlama düzeyinde %26,7 olarak gerçekleşmiştir. Bu oran son testte %40,0 olmuştur. KY/AD anlama seviyesinde ise ön testteki %40,0'lık oran son testte %23,3'e gerilemiştir. AL deney grubunda ön testte TA anlama düzeyi oranı %50,0 iken son testte %63,3'e, KY/AD anlama düzeyi ise ön testte %23,3 iken son testte %6,7'ye değişim göstermiştir. Benzer şekilde TL deney grubunun ön test oranı TA düzeyi için %17,4 ve KY/AD düzeyi için %56,8 olmasına karşın, son test oranları TA düzeyi için %39,1 ve KY/AD düzeyi için %30,4 olmuştur.

Tablo 32. ENBAT'ın 13. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı

Anlama Düzeyleri	GL Deney Grubu				AL Deney Grubu				TL Deney Grubu			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
TA	8	26,7	12	40,0	15	50,0	19	63,3	4	17,4	9	39,1
KA	5	16,7	7	23,3	6	20,0	7	23,3	2	8,7	4	17,4
KY/AD	12	40,0	7	23,3	7	23,3	2	6,7	13	56,5	7	30,4
A/C	5	16,7	4	13,3	2	6,7	2	6,7	4	17,4	3	13,0

TA: Tam Anlama, KA: Kısmen Anlama, KY/AD: Kavram Yanılgısı/Alternatif Düşünce, A/C: Anlamama/Cevapsız

Tablo 33'te ENBAT'ın 14. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı sunulmuştur. Verim kavramının tanımlanmasıyla ilgili olan 14. soruda, GL deney grubunun ön test ve son testteki TA anlama düzeyi oranları sırasıyla %10,0 ve %36,7 olmuştur. Bu grupta, KY/AD anlama düzeyi ise ön testte %56,7'den son testte %23,3'e düşmüştür. AL deney grubun yanıtlarına bakıldığında, TA anlama düzeyi ön testte %33,3, son testte %40,0 ve KY/AD anlama düzeyi ön testte %43,3, son testte %30,0 oranında

dağılım göstermiştir. TL deney grubu ise ön testte %4,3 oranında TA anlama düzeyine sahipken bu oran son testte %30,4'e yükselmiştir. Buna karşın KY/AD anlama düzeyi ön testte %65,2'den son testte %39,1'e düşmüştür.

Tablo 33. ENBAT'ın 14. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı

Anlama Düzeyleri	GL Deney Grubu				AL Deney Grubu				TL Deney Grubu			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
TA	3	10,0	11	36,7	10	33,3	12	40,0	1	4,3	7	30,4
KA	2	6,7	7	23,3	5	16,7	6	20,0	2	8,7	4	17,4
KY/AD	17	56,7	7	23,3	13	43,3	9	30,0	15	65,2	9	39,1
A/C	8	26,7	5	16,7	2	6,7	3	10,0	5	21,7	3	13,0

TA: Tam Anlama, KA: Kısmen Anlama, KY/AD: Kavram Yanılgısı/Alternatif Düşünce, A/C: Anlamama/Cevapsız

Tablo 34'te ENBAT'ın 15. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı yer almaktadır. Fiziksel anlamda iş yapılan durumlarla ilgili olan 15. soruda, GL deney grubunun ön testteki yanıtları TA anlama düzeyinde %26,7 olarak gerçekleşmiştir. Bu oran son testte %63,3 olmuştur. KY/AD anlama seviyesinde ise ön testteki %46,7'lik oran son testte %13,3'e gerilemiştir. AL deney grubunda ön testte TA anlama düzeyi oranı %36,7 iken son testte %50,0'ye, KY/AD anlama düzeyi ise ön testte %36,7 iken son testte %26,7 olarak değişim göstermiştir. Benzer şekilde TL deney grubunun ön test oranı TA düzeyi için %17,4 ve KY/AD düzeyi için %47,8 olmasına karşın, son test oranları TA düzeyi için %47,8 ve KY/AD düzeyi için %30,4 olmuştur.

Tablo 34. ENBAT'ın 15. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı

Anlama Düzeyleri	GL Deney Grubu				AL Deney Grubu				TL Deney Grubu			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
TA	8	26,7	19	63,3	11	36,7	15	50,0	4	17,4	11	47,8
KA	3	10,0	4	13,3	4	13,3	3	10,0	3	13,0	1	4,3
KY/AD	14	46,7	4	13,3	11	36,7	8	26,7	11	47,8	7	30,4
A/C	5	16,7	3	10,0	4	13,3	4	13,3	5	21,7	4	17,4

TA: Tam Anlama, KA: Kısmen Anlama, KY/AD: Kavram Yanılgısı/Alternatif Düşünce, A/C: Anlamama/Cevapsız

ENBAT'ın 16. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı Tablo 35'de görülmektedir. ENBAT'ın 16. sorusu kinetik enerjiye sahip cisimlerle ilgilidir. Bu soruda GL deney grubunun % 13,3'ü ön testte TA anlama düzeyindeyken son testte bu

oran %33,3 olmuştur. AL ve GL deney gruplarında ise TA anlama düzeyinin ön test oranları %13,3 ve %17,4'ten son testte %36,7 ve %21,7'ye yükselmiştir. GL grubunda, KY/AD anlama düzeyinde ön test oranı %56,7 iken son testte %33,3 olmuştur. Bu düzeyde AL grubunun ön test oranı %56,7'den son testte %30,0'a düşmüştür. Bu anlama düzeyinde TL grubunda ise %56,5 olan ön test oranı, son testte %47,8' gerilemiştir.

Tablo 35. ENBAT'ın 16. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı

Anlama Düzeyleri	GL Deney Grubu				AL Deney Grubu				TL Deney Grubu			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
TA	4	13,3	10	33,3	4	13,3	11	36,7	4	17,4	5	21,7
KA	4	13,3	7	23,3	3	10,0	5	16,7	3	13,0	4	17,4
KY/AD	17	56,7	10	33,3	17	56,7	9	30,0	13	56,5	11	47,8
A/C	5	16,7	3	10,0	6	20,0	5	16,7	3	13,0	3	13,0

TA: Tam Anlama, KA: Kısmen Anlama, KY/AD: Kavram Yanılgısı/Alternatif Düşünce, A/C: Anlamama/Cevapsız

Tablo 36'da ENBAT'ın 17. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı yer almaktadır. Bir sistemdeki ardışık enerji dönüşümleriyle ilgili olan 17. soruda, GL deney grubunun ön testteki yanıtları TA anlama düzeyinde %13,3 olarak gerçekleşmiştir. Bu oran son testte %43,3 olmuştur. KY/AD anlama düzeyinde ise ön testteki %53,3'lük oran son testte %33,3'e gerilemiştir. AL deney grubunda ön testte TA anlama düzeyi oranı %36,7 iken son testte %53,3'e, KY/AD anlama düzeyi ise ön testte %33,3 iken son testte %20,0'ye değişim göstermiştir. Benzer şekilde TL deney grubunun ön test oranı TA düzeyi için %26,1 ve KY/AD düzeyi için %43,5 olmasına karşın, son test oranları TA düzeyi için %34,8 ve KY/AD düzeyi için %30,4 olmuştur.

Tablo 36. ENBAT'ın 17. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı

Anlama Düzeyleri	GL Deney Grubu				AL Deney Grubu				TL Deney Grubu			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
TA	4	13,3	13	43,3	11	36,7	16	53,3	6	26,1	8	34,8
KA	6	20,0	5	16,7	7	23,3	6	20,0	5	21,7	5	21,7
KY/AD	16	53,3	10	33,3	10	33,3	6	20,0	10	43,5	7	30,4
A/C	4	13,3	2	6,7	3	10,0	2	6,7	2	8,7	3	13,0

TA: Tam Anlama, KA: Kısmen Anlama, KY/AD: Kavram Yanılgısı/Alternatif Düşünce, A/C: Anlamama/Cevapsız

Tablo 37’de ENBAT’ın 18. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı sunulmuştur. Güç kavramının bağlı olduğu değişkenlerle ilgili olan 18. soruda GL deney grubunun ön test ve son testteki TA anlama düzeyi oranları sırasıyla %16,7 ve %26,7 olmuştur. Bu grupta KY/AD anlama düzeyleri ise ön testte %56,7’den son testte %43,3’e düşmüştür. AL deney grubunun yanıtlarına bakıldığında, TA anlama düzeyi ön testte %26,7, son testte %56,7 ve KY/AD anlama düzeyi ön testte %50,0, son testte %20,0 oranında dağılım göstermiştir. TL deney grubu ise ön testte %13,0 oranında TA anlama düzeyine sahipken bu oran son testte %43,5’e yükselmiştir. Buna karşın KY/AD anlama düzeyi ön testte %60,9’dan son testte %30,4’e düşmüştür.

Tablo 37. ENBAT’ın 18. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı

Anlama Düzeyleri	GL Deney Grubu				AL Deney Grubu				TL Deney Grubu			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
TA	5	16,7	8	26,7	8	26,7	17	56,7	3	13,0	10	43,5
KA	4	13,3	4	13,3	3	10,0	5	16,7	1	4,3	3	13,0
KY/AD	17	56,7	13	43,3	15	50,0	6	20,0	14	60,9	7	30,4
A/C	4	13,3	5	16,7	4	13,3	2	6,7	5	21,7	3	13,0

TA: Tam Anlama, KA: Kısmen Anlama, KY/AD: Kavram Yanılgısı/Alternatif Düşünce, A/C: Anlamama/Cevapsız

Tablo 38. ENBAT’ın 19. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı

Anlama Düzeyleri	GL Deney Grubu				AL Deney Grubu				TL Deney Grubu			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
TA	4	13,3	9	30,0	7	23,3	10	33,3	2	8,7	9	39,1
KA	6	20,0	4	13,3	7	23,3	5	16,7	3	13,0	4	17,4
KY/AD	17	56,7	13	43,3	14	46,7	12	40,0	14	60,9	8	34,8
A/C	3	10,0	4	13,3	2	6,7	3	10,0	4	17,4	2	8,7

TA: Tam Anlama, KA: Kısmen Anlama, KY/AD: Kavram Yanılgısı/Alternatif Düşünce, A/C: Anlamama/Cevapsız

ENBAT’ın 19. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı Tablo 38’de görülmektedir. ENBAT’ın 19. sorusu farklı durumlardaki benzer enerji dönüşümleriyle ilgilidir. Bu soruda GL deney grubunun %13,3’ü ön testte TA anlama düzeyindeyken son testte bu oran %30,0 olmuştur. AL ve GL deney gruplarında ise TA anlama düzeyinin ön test oranları %23,3 ve %8,7’den son testte %33,3 ve %39,1’e yükselmiştir. GL grubunda, KY/AD anlama düzeyinde ön test oranı %56,7 iken son testte %43,3 olmuştur. Bu düzeyde AL grubunun ön test oranı %46,7’den son testte %40,0’a

düşmüştür. Bu düzeyde TL grubunun %60,9 olan ön test oranı yaklaşık olarak yarıya düşerek, %34,8 olmuştur.

Tablo 39’da ENBAT’ın 20. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı verilmiştir. Verim kavramının ilişkili olduğu değişkenlere yönelik olan 11. soruda, GL, AL ve TL gruplarının TA anlama düzeyi oranları ön testte sırasıyla %20,0, %33,3 ve %17,4 iken, son testte %36,7, %36,7 ve % 39,1 olmuştur. KY/AD anlama düzeyinde, GL deney grubunun ön testteki %56,7 oranı son testte %33,3’e düşmüştür. Bu düzeyde AL grubunun ön test oranı %33,3 iken son testte %26,7’ye, TL grubunda ise %47,8’den %30,4’e gerilediği görülmüştür.

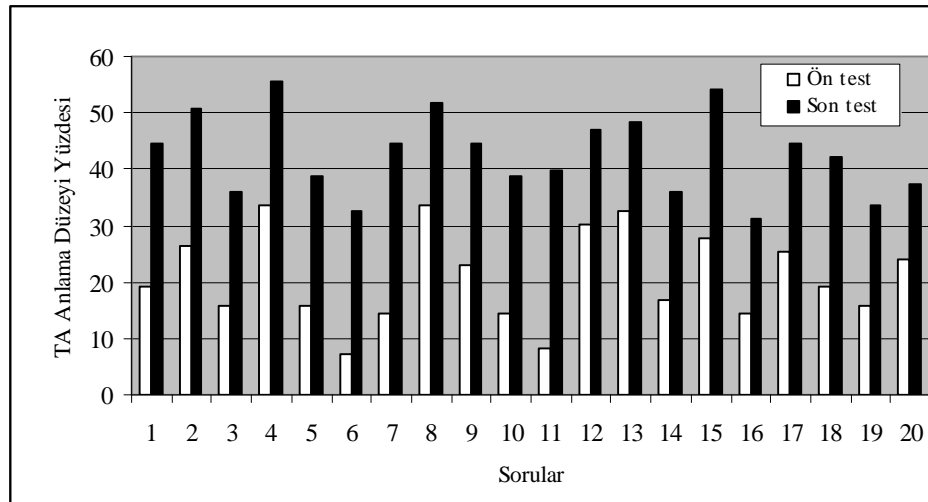
Tablo 39. ENBAT’ın 20. sorusuna verilen yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımı

Anlama Düzeyleri	GL Deney Grubu				AL Deney Grubu				TL Deney Grubu			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
TA	6	20,0	11	36,7	10	33,3	11	36,7	4	17,4	9	39,1
KA	4	13,3	6	20,0	6	20,0	7	23,3	5	21,7	5	21,7
KY/AD	17	56,7	10	33,3	10	33,3	8	26,7	11	47,8	7	30,4
A/C	3	10,0	3	10,0	4	13,3	4	13,3	3	13,0	2	8,7

TA: Tam Anlama, KA: Kısmen Anlama, KY/AD: Kavram Yanılgısı/Alternatif Düşünce, A/C: Anlamama/Cevapsız

Öğrencilerin genel olarak ön ve son testte ENBAT’a verdikleri yanıtların anlama düzeylerine göre dağılımının grafik yoluyla gösterilmesi öngörülmüştür. Bu sayede her bir soru için anlama düzeylerine göre ön test ve son test arasındaki değişim rahatlıkla görülebilecektir.

Şekil 9’da tüm örneklem için sorulara göre TA anlama düzeyinde ön test-son test yüzdelik dağılım grafiği verilmiştir.

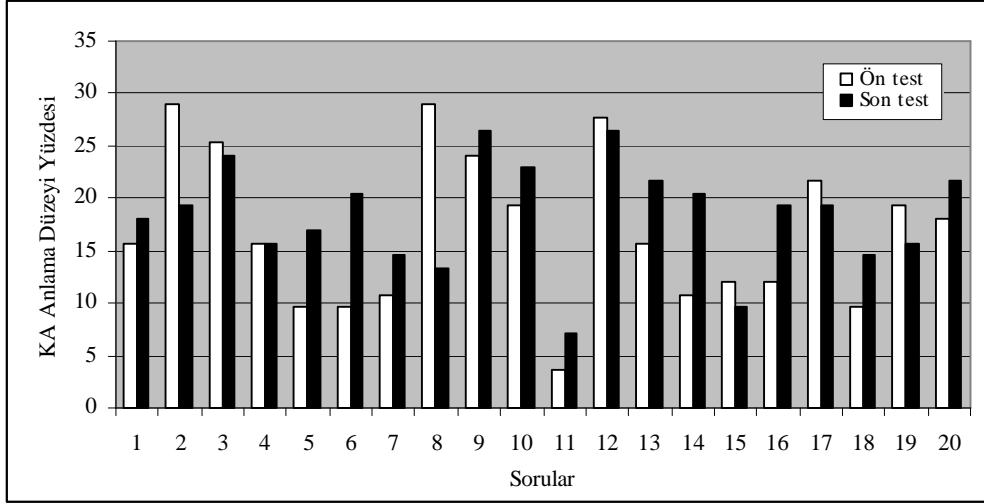


Şekil 9. Sorulara TA anlama düzeyinde verilen yanıtların ön test ve son teste göre dağılım grafiği

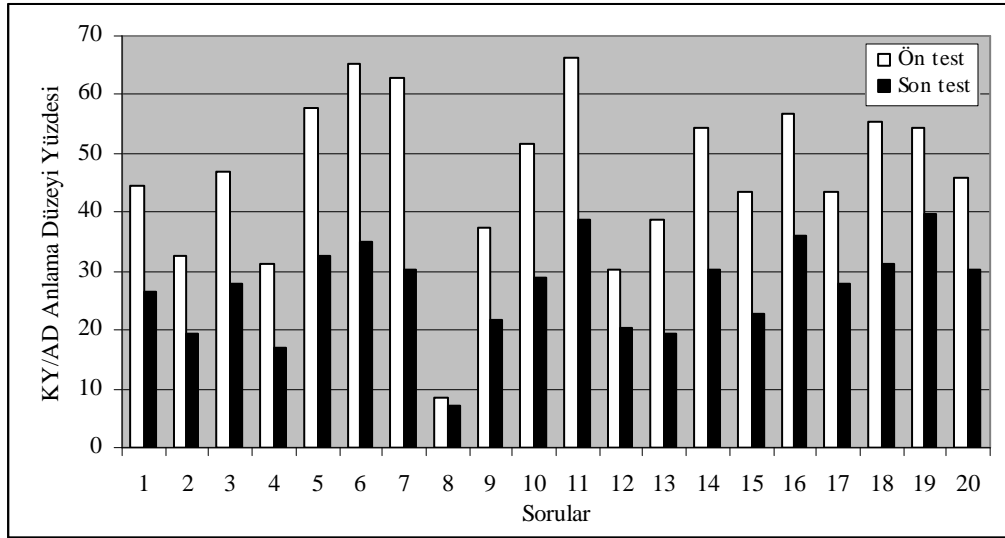
Şekil 9'a göre, TA anlama düzeyinde, son test oranlarının ön test oranlarından tüm sorularda oldukça yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. Yani yürütülen öğretim uygulamaları, örneklemin genelinde, tam anlama düzeyi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olmuştur. Tüm örneklem için, sorulara göre KA anlama düzeyinde ön test-son test yüzdelerik dağılım grafiği Şekil 10'da yer almaktadır. Buna göre KA anlama düzeyinde son test oranları 1, 5, 6, 7, 9, 11, 13, 14, 16, 18 ve 20. sorularda ön test oranlarından daha yüksek değer almıştır. 2, 8, 12, 15, 17 ve 19 sorularda ise son test oranlarında ön teste göre düşüş gözlenmiştir. Yalnızca 4. soruda ön test oranları, son testte değişmemiştir.

Şekil 11'de tüm örneklem için sorulara göre KY/AD anlama düzeyinde, ön test-son test yüzdelerik dağılım grafiği sunulmuştur. Grafiğe bakıldığında, KY/AD anlama düzeyinde, tüm sorularda son test oranlarının ön test oranlarından daha düşük düzeyde oldukları görülmektedir. Yani yürütülen öğretim uygulamaları, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılıgısı ya da alternatif düşünceleri azaltıcı bir etki göstermiştir.

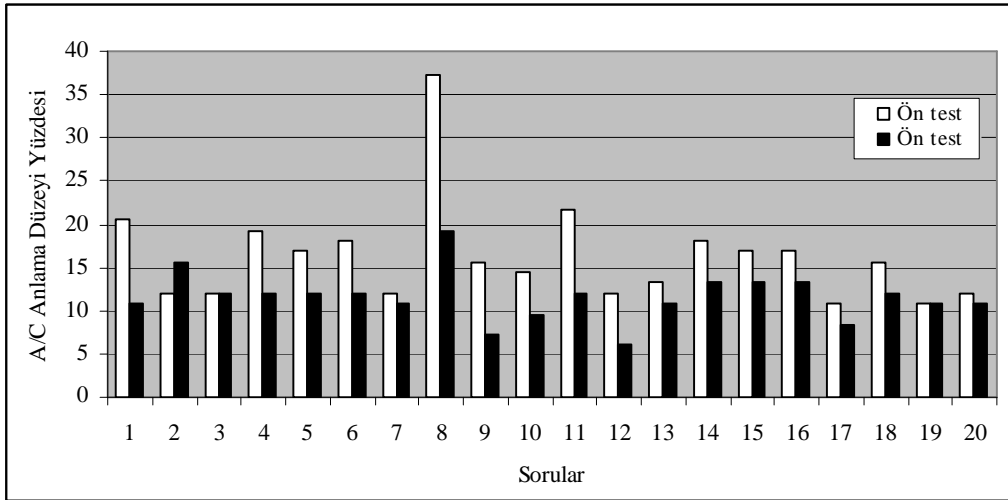
Tüm örneklem için, sorulara göre A/C anlama düzeyindeki yanıtların ön test-son test yüzdelerik dağılım grafiği Şekil 12'de verilmiştir. Grafikte, yalnızca 2. soruda son test oranlarının ön testten daha yüksek olduğu, 3 ve 19. soruların ise ön test ve son test oranlarının eşit değere sahip olduğu görülmektedir. Diğer sorularda ise son test oranları ön testten daha düşük çıkmıştır. Burada, 8. sorunun ön testte diğer sorulara göre oldukça yüksek orana sahip olması ve bu oranın son testte yaklaşık yarıya düşmesi dikkat çekici bir sonuç olarak karşımıza çıkmıştır.



Şekil 10. Sorulara KA anlama düzeyinde verilen yanıtların ön test ve son teste göre dağılım grafiği



Şekil 11. Sorulara KY/AD anlama düzeyinde verilen yanıtların ön test ve son teste göre dağılım grafiği



Şekil 12. Sorulara A/C anlama düzeyinde verilen yanıtların ön test ve son teste göre dağılım grafiği

Öğrencilerin, ENBAT'ın ön test ve son testinde açıklama bölümünde belirtmiş oldukları, her bir soruya ait alternatif düşünceler, deney gruplarına göre görülme sıklığı ile birlikte Tablo 40'da yer almaktadır. KY/AD anlama düzeyindeki alternatif düşünceler, çoktan seçmeli sorulara yanlış yanıt verdikten sonra, alternatif düşünce içeren bir ifadeyi, öğrencinin sorunun altındaki açıklama bölümüne yazmasıyla elde edilmiştir. Ancak öğrenciler bazı durumlarda, sadece sorunun çoktan seçmeli kısmını işaretlemekle yetinmişler ya da “bu cevap bana daha yakın geldi”, “diğerleri yanlış olduğu için bu doğru...” gibi alternatif düşünce içermeyen ifadelerde bulunmuşlardır. Böyle durumlarda, öğrencilerin alternatif düşünceleri Tablo 40'da “Açıklamasız” şeklinde gösterilmiştir.

Tablo 40. ENBAT'ta öğrencilerin belirttikleri alternatif düşünceler

Soru No	Alternatif Düşünceler	GL		AL		TL	
		Ön	Son	Ön	Son	Ön	Son
1	<i>Enerji sürtünme ile ısıya dönüşmez</i>						
	<i>Sistemde mekanik enerji korunur</i>						
	<i>Topun enerjisinin bir kısmı yok olur</i>						
	<i>Sistemde ısı enerjisi yoktur sadece mekanik enerji vardır</i>	15	9	10	6	12	7
	<i>Yerde sürtünmediği için ısı oluşmaz</i>						
	<i>Top düşerken kinetik enerji kazanmaz</i>						
	<i>Yer çekimi enerjinin bir kısmını alır</i>						
2	<i>Motorun otomobili hareket ettirmesi fiziksel iş değildir</i>						
	<i>Sadece canlılar tarafından iş yapılır</i>						
	<i>Cismin ağırlığı aşağıya doğrudur, at arabayı yatayda çektiği için iş yapılmaz</i>	9	6	10	4	8	6
	<i>Elma ağaçtan kendiliğinden düşmektedir</i>						
3	<i>Açıklamasız</i>	14	7	12	7	13	9
4	<i>Asansör canlı olmadığı için iş yapılmaz</i>						
	<i>En fazla merdiven çıkan en çok iş yapar</i>	7	6	10	3	9	5
	<i>En çabuk çıkan en az iş yapar</i>						
	<i>Açıklamasız</i>						
5	<i>Durgun olan bütün cisimlerin potansiyel enerjisi vardır</i>						
	<i>Enerji aktarılmaz, sadece dönüşür</i>	11	11	22	9	15	7
	<i>Çarpışmada, enerji ısıya dönüşmez</i>						
	<i>Açıklamasız</i>						
6	<i>Cismin ağırlığı değişmediği için potansiyel enerjisi değişmez</i>						
	<i>Cisim yere düşmediği için potansiyel enerji değişmez</i>						
	<i>Cismin ağırlığı değişmediği için ipteki gerilme değişmez</i>						
	<i>Cisim yere düşmediği için kinetik enerji değişmez</i>	22	12	16	10	16	7
	<i>Toplam enerji değişebilir</i>						
	<i>Sürtünme olmadığından hızı değişmez</i>						
	<i>Açıklamasız</i>						
7	<i>Güç ve kuvvet aynı şeylerdir</i>						
	<i>Enerji bir çeşit güçtür</i>	21	14	20	4	11	7
	<i>Enerji de bir çeşit kuvvettir</i>						
	<i>Açıklamasız</i>						
8	<i>Enerji harcanan bütün sistemlerde fiziksel anlamda iş yapılır</i>	2	1	2	1	5	4
9	<i>Toplam mekanik enerji değişebilir</i>						
	<i>Hareket sürekli olduğu için kinetik enerji değişmez</i>	14	10	8	3	9	5
	<i>Açıklamasız</i>						
10	<i>Hız sabit olsa bile potansiyel enerji arttığı için kinetik enerji azalır</i>						
	<i>Havada hareket ettiği için ısısı değişmez</i>	19	11	12	4	12	9
	<i>Açıklamasız</i>						

Tablo 40'ın devamı

11	<i>Enerji tüketilerek yok edilebilir</i>	21	13	22	9	12	10
	<i>Enerji için hareket şarttır</i>						
	<i>Bir cisim aynı anda birden fazla türde enerjiye sahip olamaz</i>						
12	<i>Enerji gözle görülebilir</i>	12	5	6	5	7	7
	<i>Havada hareket eden cisimlerde enerji sürtünmeyle ısıya dönüşmez</i>						
	<i>En yüksek noktada kinetik enerji en fazladır</i>						
13	<i>Top, hareketi sırasında potansiyel enerjiye sahip olmaz</i>	12	7	7	2	13	7
	<i>Açıklamasız</i>						
	<i>Mum yanıp tükeneceği için enerji dönüşümü yoktur</i>						
14	<i>Ampul ısı ve ışık vermektedir enerji dönüşümü olmaz</i>	17	7	13	9	15	9
	<i>Açıklamasız</i>						
	<i>Harcanan enerji önemli değil, araç ne kadar güçlüyse o kadar çok iş yapar</i>						
15	<i>Araç ne kadar kuvvetli ise o kadar çok iş yapar</i>	14	4	11	8	11	7
	<i>Aracın yakıt deposu ne kadar büyükse o kadar iş yapar</i>						
	<i>Araç ne kadar hızlıysa o kadar çok iş yapar</i>						
16	<i>Açıklamasız</i>	17	10	17	9	13	11
	<i>Enerji harcanan bütün sitemlerde iş yapılır</i>						
	<i>Cansız varlıkların (yay...) uyguladığı kuvvetler iş yapmaz</i>						
17	<i>Açıklamasız</i>	16	10	10	6	10	7
	<i>Kuvvet uygulanan cisimler kinetik enerji kazanır</i>						
	<i>Yükseğe çıkarılan cisimler kinetik enerji kazanır</i>						
18	<i>Açıklamasız</i>	17	13	15	6	14	7
	<i>Durgun olan bütün cisimlerin potansiyel enerjisi vardır</i>						
	<i>En fazla ağırlığı kaldıran yani en kuvvetli olan en güçlüdür</i>						
19	<i>En yükseğe kaldıran en güçlüdür</i>	17	13	14	12	14	8
	<i>Güçle, halterin kaldırıldığı yükseklik ilişkili değildir</i>						
	<i>Açıklamasız</i>						
20	<i>Vücutta yiyeceklerin sindirilmesinde enerji açığa çıkar, enerji dönüşümü olmaz</i>	17	10	10	8	11	7
	<i>Açıklamasız</i>						
	<i>Verim yapılan işten bağımsızdır</i>						
20	<i>Verim harcanan enerjiden bağımsızdır</i>	17	10	10	8	11	7
	<i>Açıklamasız</i>						
	<i>Açıklamasız</i>						

Tablo 40'da öğrencilerin alternatif düşünceleri verilirken en sık karşılaşılan alternatif düşünceden başlayarak sıralama yapılmıştır. Buna göre, 1. soruda öğrencilerin açıklamalarında yedi farklı alternatif düşünce belirttikleri görülmektedir. Bunlar içerisinde "enerji sürtünme ile ısıya dönüşmez" şeklindeki ifade en fazla karşılaşılan alternatif düşüncedir. Bu soruda GL deney grubunda ön testte 15 öğrenci alternatif düşünce belirtirken, son testte bu sayı 9 öğrenciye düşmüştür. AL grubunda ön testteki alternatif düşünce sayısı 10'dan son testte 6'ya, TL grubunda ise ön testteki 12 alternatif düşünce sayısı son testte 7'ye gerilemiştir.

2. soruda, “motorun otomobili hareket ettirmesi fiziksel iş değildir” şeklindeki ifade bu soruda en sık rastlanan alternatif düşüncedir. Ayrıca, bazı öğrenciler bu soru için “sadece canlılar tarafından iş yapılır” şeklinde alternatif düşünce belirtmişlerdir. Bu soruda GL grubunda ön testteki alternatif düşünce sayısı 9’dan, son testte 6’ya, AL grubunda ön testte 10’dan son testte 4’e ve TL grubunda ise ön testte 8’den son testte 6’ya düştüğü görülmüştür.

3. soru, öğrencilerin bir sistemdeki enerji dönüşüm sürecini kavrama durumlarını belirlemeye yönelik olarak hazırlanmıştır. Ancak bu soruda hiç öğrenci alternatif düşünce içeren bir açıklama da bulunmamıştır.

4. soruda “asansör canlı olmadığı için iş yapılmaz” ve “en fazla merdiven çıkan en çok iş yapar” şeklindeki ifadeler en sık karşılaşılan alternatif düşüncelerdir. Burada AL ve TL gruplarının ön testte sahip oldukları alternatif düşüncelerin son testte oldukça azaldığı görülse de GL grubunda çok fazla değişim olmamıştır.

Öğrenciler, 5. soruda “durgun olan bütün cisimlerin potansiyel enerjisi vardır”, “Enerji aktarılmaz, sadece dönüşür” ve “çarpışmada enerji ısıya dönüşmez” şeklinde üç farklı alternatif düşünce belirtmişlerdir. Enerji aktarımı ile ilgili bu soruda, GL deney grubunda görülen alternatif düşünce sayısında, ön test ve son test arasında değişim olmamıştır. AL ve TL deney grubunda ise ön testteki alternatif düşünce sayısını son testte yarıya düştüğü belirlenmiştir.

6. soruda, “cismin ağırlığı değişmediği için potansiyel enerjisi değişmez”, “cisim yere düşmediği için potansiyel enerji değişmez” ve “cismin ağırlığı değişmediği için ipteki gerilme değişmez” şeklindeki alternatif düşüncelere en sık rastlanmıştır. Bu soruda tüm grupların ön testteki alternatif düşünce sayısının son testte oldukça azaldığı ortaya konulmuştur.

7. soruda öğrenciler tarafından, “güç ve kuvvet aynı şeylerdir” , “enerji bir çeşit güçtür” ve “enerji de bir çeşit kuvvettir” ifadeleri belirtilmiştir. Gruplara bakıldığında, AL deney grubunun ön testteki alternatif düşünce sayısının son testte büyük ölçüde azaldığı görülmüştür. GL ve TL gruplarında ise son testte sınırlı düzeyde düşüş gözlenmiştir.

8. soruda öğrencilerde karşılaşılan alternatif düşünce “enerji harcanan bütün sistemlerde fiziksel anlamda iş yapılır” ifadesidir. Bu soruda, tüm gruplarda ön testte oldukça düşük düzeyde olan alternatif düşünce sayısı, son testte daha da azalmıştır.

9. soruda yer alan salıncak sisteminde “toplam mekanik enerji değişebilir” ve “hareket sürekli olduğu için kinetik enerji değişmez” biçimindeki alternatif düşünceler

belirtilmiştir. Burada tüm grupların ön testteki alternatif düşünce sayısının son testte oldukça azaldığı ortaya konulmuştur.

10. soruda öğrenciler, en fazla “hız sabit olsa bile potansiyel enerji arttığı için kinetik enerji azalır” biçimindeki alternatif düşünceyi belirtmişlerdir. Bu soruda da tüm deney gruplarında, ön testteki alternatif düşünce sayısının son testte önemli ölçüde düşüş gösterdiği görülebilmektedir.

Enerji kavramıyla ilgili temel özelliklerin sorgulandığı 11. soruda, öğrencilerin sahip olduğu dört farklı alternatif düşünce ortaya konmuştur. Bunlar; “enerji tüketilerek yok edilebilir”, “enerji için hareket şarttır”, “enerji gözle görülebilir” ve “bir cisim aynı anda birden fazla türde enerjiye sahip olamaz” şeklindeki ifadelerdir. GL ve AL deney gruplarında, bu soru için ön testte belirtilen alternatif düşünce sayısının son testte yaklaşık olarak yarıya düştüğü, TL grubunda ise diğer gruplara oranla daha az bir değişim olduğu görülmüştür.

12. soruda, en fazla karşılaşılan alternatif düşünce, “havada hareket eden cisimlerde enerji sürtünmeyle ısıya dönüşmez” ifadesidir”. Bununla birlikte, “en yüksek noktada kinetik enerji en fazladır” ve “top, hareketi sırasında potansiyel enerjiye sahip olmaz” şeklindeki alternatif düşüncelerle de karşılaşılmıştır. Burada GL deney grubun ön testte sahip olduğu alternatif düşünce sayısının son testte oldukça azaldığı belirlenmiştir. AL grubunda ön testte 6 olarak belirlenen bu sayı son testte 5’e düşerken, TL grubunda değişim gözlenmemiştir.

13. soruda, öğrencilerde “mum yanıp tükeneceği için enerji dönüşümü yoktur” ve “ampul ısı ve ışık vermektedir, enerji dönüşümü olmaz” şeklindeki alternatif düşüncelerin varlığı tespit edilmiştir. Bu soruda tüm grupların ön testteki alternatif düşünce sayısının son testte oldukça azaldığı ortaya konulmuştur.

14. soru, öğrencilerin verim kavramına yönelik algılarını belirlemeyi amaçlamaktadır. Burada ortaya konulan, “harcanan enerji önemli değil, araç ne kadar güçlüyse o kadar çok iş yapar” ve “harcanan enerji önemli değil, araç ne kadar kuvvetli ise o kadar çok iş yapar” ifadeler kısmen doğru gibi görülmüş; öğrencilerin, verilen enerji ve elde edilen iş arasında ilişki kurmaları beklendiğinden, bu düşünceler de alternatif düşünce olarak kabul edilmiştir. Bu soruda da tüm gruplarda yer alan ön testteki alternatif düşüncelerin son testte oldukça azaldığı görülmüştür.

15. soruda, fiziksel anlamda iş kavramı sorgulanmaktadır. Burada “Enerji harcanan bütün sistemlerde iş yapılır” ifadesi öğrencilerde en sık görülen alternatif düşünce olmuştur.

Tüm deney grupları bakımından ön testteki alternatif düşüncelerde son testte azalma gözlemlendiği ancak en fazla değişimin GL grubunda yaşandığı belirlenmiştir.

16. soruda öğrenciler, “kuvvet uygulanan cisimler kinetik enerji kazanır” ve “yükseğe çıkarılan cisimler kinetik enerji kazanır” şeklinde alternatif düşünceler belirtmişlerdir. Bu soruda da tüm deney gruplarında, ön testteki alternatif düşünce sayısının son testte önemli ölçüde düşüş gösterdiği görülebilmektedir.

17. soruda yalnızca, “durgun olan bütün cisimlerin potansiyel enerjisi vardır” alternatif düşüncesiyle karşılaşmıştır. Bu alternatif düşüncenin son testte, ön teste oranla büyük ölçüde azaldığı belirlenmiştir.

Güç kavramıyla ilgili olan 18. soruda en fazla karşılaşılan “en fazla ağırlığı kaldıran yani en kuvvetli olan en güçlüdür” ifadesidir. Bununla birlikte, öğrenciler “en yükseğe kaldıran en güçlüdür” ve “güçle, halterin kaldırıldığı yükseklik ilişkili değildir” şeklinde alternatif düşünceler de belirtmişlerdir. Bu soruda, AL ve TL deney gruplarının alternatif düşüncelerinin son testte yaklaşık olarak yarıya düştüğü, GL grubundaki değişimin bunlara oranla daha az olduğu görülmüştür.

19. soruda “vücutta yiyeceklerin sindirilmesinde enerji açığa çıkar, enerji dönüşümü olmaz” şeklinde bir alternatif düşünceyle karşılaşmıştır. Bu soruda da tüm gruplarda yer alan ön testteki bu alternatif düşüncenin son testte azaldığı görülmüştür.

20. soruda ise öğrenciler, “verim yapılan işten bağımsızdır” ve “verim harcanan enerjiden bağımsızdır” şeklindeki alternatif düşünceleri belirtmişlerdir. Benzer şekilde, bu soruda da tüm deney gruplarının ön testteki alternatif düşüncelerinin son testte düşüş gösterdiği ortaya konulmuştur.

3.2. Fizik Tutum Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular

Fizik Tutum Ölçeği tüm deney gruplarına uygulama öncesinde ve sonrasında olmak üzere ön test-son test şeklinde uygulanmıştır. Ölçek üzerinde ilk olarak, öğrencilerin verdikleri yanıtların madde düzeyinde ortalamasına bakılmıştır. Ortalama değerlerin yorumlanmasında, Tablo 12’de verilen likert tipi ölçek için puan aralıkları kullanılmıştır. Deney grupları için ayrı ayrı yapılan bu analizin sonuçları dört boyutlu ölçeğin her bir boyutu için tablolandırılmıştır. Tablo 41’de FTÖ’nün maddelerine yönelik analiz sonuçları verilmiştir.

Önem: Tablo 41'deki önem boyutu madde ortalamalarına bakıldığında GL deney grubunda ön testteki madde ortalamalarının hepsinde son testte artış gözlenmiştir. Puan aralıkları incelendiğinde 9, 10, 11, 13, 24 ve 27. maddelerin ön testte Büyük Ölçüde Katılıyorum (BÖK) puan aralığındaki ortalamalarının son testte en üst seviye olan Tamamen Katılıyorum (TK) puan aralığına yükseldiği belirlenmiştir. 23, 26, 28 ve 29. maddelerin ise ön testte BÖK puan aralığındaki ortalamalarının son testte biraz artış göstermesine rağmen yine BÖK puan aralığında kaldığı görülmüştür.

Tablo 41. FTÖ analiz sonuçları

	Maddeler	GL (N=30)				AL (N=30)				TL (N=23)			
		Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
		\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss
ÖNEM	9*.	3,80	0,48	4,43	0,73	3,73	0,64	3,87	1,07	3,74	0,45	4,52	0,59
	10.	3,47	0,73	4,23	0,68	3,30	0,92	3,87	0,90	3,30	0,70	4,48	0,59
	11*.	3,43	0,73	4,33	0,88	3,63	0,76	4,07	0,83	3,52	0,67	3,83	1,19
	13.	3,73	0,52	4,50	0,57	3,40	0,77	3,97	1,22	3,74	0,45	4,61	0,50
	23.	3,47	0,68	3,90	0,88	3,23	1,04	3,43	0,97	3,52	0,67	3,78	0,74
	24.	3,80	0,48	4,23	0,90	3,53	0,78	4,13	0,90	3,65	0,71	4,57	0,51
	26*.	3,67	0,61	4,17	1,05	3,80	0,48	4,43	0,86	3,87	0,34	4,61	0,50
	27.	3,60	0,56	4,37	0,61	3,20	0,71	4,13	0,97	3,43	0,73	4,48	0,59
	28.	3,90	0,31	4,03	0,89	3,40	0,81	3,63	0,96	3,61	0,58	4,13	0,87
	29.	3,63	0,61	4,17	0,91	3,47	0,86	3,63	1,13	3,70	0,56	4,35	0,49
KAVRAMA	2*.	3,07	0,78	3,17	1,12	3,00	0,83	3,37	1,40	3,04	0,98	3,30	1,15
	3*.	2,53	0,86	2,80	1,00	2,97	1,00	3,13	1,14	3,04	1,02	3,35	0,83
	5.	3,00	0,64	3,10	0,66	3,03	0,72	3,23	0,77	2,91	0,60	3,04	0,98
	6*.	2,70	0,99	3,03	0,85	3,20	0,89	3,27	0,94	3,00	0,95	3,35	0,88
	14	2,47	0,82	2,60	0,81	2,37	0,96	2,43	1,01	2,61	0,84	2,74	0,92
	19.	3,07	0,69	3,30	0,75	3,07	0,74	3,30	0,92	3,00	0,90	3,09	0,95
	20*.	2,70	0,92	2,73	1,01	3,20	0,89	3,27	0,91	3,57	0,51	3,57	0,79
GEREKİNİM	1*.	3,87	0,43	4,13	1,04	3,70	0,84	3,87	1,07	3,43	0,90	4,09	1,08
	12*.	3,57	0,68	3,67	1,37	3,17	1,09	3,37	1,47	3,43	0,73	4,09	1,04
	15.	3,40	0,72	3,80	1,06	3,20	0,81	3,60	1,10	3,00	1,21	3,65	1,03
	17.	2,93	1,05	3,63	1,22	2,90	1,03	3,30	1,21	3,09	0,90	3,91	0,95
	18.	3,73	0,52	4,03	0,85	3,33	0,88	3,57	1,07	3,22	0,85	4,13	0,55
	25.	3,67	0,66	3,97	0,96	3,27	0,74	3,63	1,22	3,52	0,59	3,96	0,71
	30.	3,57	0,68	4,00	0,79	3,03	0,89	3,40	1,10	3,43	0,79	4,09	0,67
İLGİ	4*.	3,70	0,65	4,53	0,57	3,60	0,81	4,00	1,14	3,35	0,93	4,17	1,15
	7*.	3,50	0,51	3,70	0,92	3,40	0,62	3,43	1,01	3,26	0,81	4,22	0,85
	8.	2,93	0,74	3,03	0,85	2,93	0,83	3,30	1,12	2,74	0,81	3,17	1,19
	16*.	3,70	0,53	4,07	0,87	3,67	0,71	4,13	1,01	3,70	0,56	4,30	0,82
	21.	3,30	0,79	3,47	0,90	2,87	0,86	3,10	1,06	3,17	0,83	3,48	1,08
	22.	3,17	0,95	3,30	1,37	2,13	1,04	2,20	1,13	1,96	1,02	2,52	1,34

*Maddeler olumsuz yargı içerdiği için ters kodlama yapılmış ve madde ortalamaları ters kodlama sonrası hesaplanmıştır

AL deney grubunda 26. maddenin ortalaması ön testte BÖK puan aralığından son testte TK puan aralığına, 10, 23 ve 27. maddeler de ön testte Kısmen Katılıyorum (KK) puan aralığından son testte BÖK puan aralığına yükselmişlerdir. 9, 11, 13, 24, 28 ve 29. maddelerin ortalamaları ise ön testte yer aldıkları BÖK puan aralığını son testte de korumuşlardır.

TL deney grubunda 10. maddenin ortalaması ön testte KK puan aralığından son testte TK puan aralığına yükselmiştir. 9, 13, 24, 26, 27, 28 ve 29. maddelerin ortalaması da ön testte BÖK puan aralığından son testte TK puan aralığına geçiş göstermiştir. 11, 23 ve 28. maddeler ön testte BÖK puan aralığında bulunurken son testte yine aynı puan aralığında yer almışlardır.

Kavrama: Kavrama boyutundaki tüm maddelerin ortalamalarının üç deney grubunda da son testte, ön teste göre artış gösterdiği belirlenmiştir. GL deney grubunda 3 ve 4. maddelerin ortalamaları ön testteki Çok Az Katılıyorum (ÇAK) puan aralığından son testte KK puan aralığına yükselmiştir. 2, 5, 6, 19 ve 20. maddeler ise ortalamalarının yükselmesine karşın ön testte yer aldıkları KK puan aralığında son testte de yer almışlardır.

AL deney grubunda dikkat bir şekilde hiç madde ortalaması ön testte bulunduğu puan aralığını son testte değiştirmemiştir. Ön testte KK aralığında bulunan 2, 3, 5, 6, 19 ve 20 maddelerin ortalamaları son testte yine KK aralığında ve ön testte ÇAK aralığında bulunan 14. madde ortalaması son testte yine ÇAK puan aralığında yer almıştır.

TL deney grubunda da AL 'ye benzer bir durum ortaya çıkmıştır. 2, 3, 5, 6, 14 ve 19. maddelerin ortalamaları hem ön testte hem de son testte KK puan aralığında, 20. maddenin ortalaması ise hem ön testte hem de son testte BÖK puan aralığında yer almıştır.

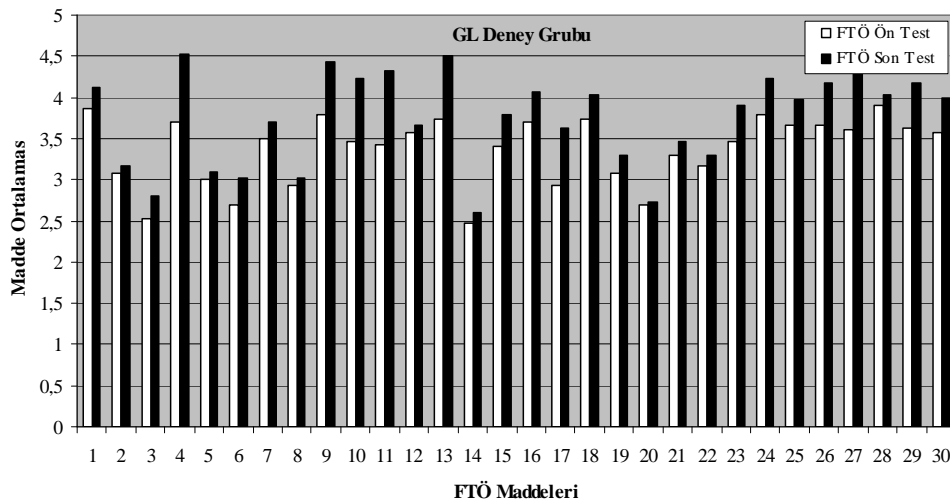
Gereksinim: Gereksinin boyutunda GL deney grubunun madde ortalamalarının tümünde son testlerde artış gözlenmiştir. Ancak bu artış, yalnızca 17. maddenin puan aralığını ön testte KK'dan son testte BÖK' e yükseltmiştir. Diğer maddeler ön teste yer aldıkları BÖK puan aralığını son testte değiştirmemişlerdir.

AL deney grubunda 15, 18, 25 ve 30. maddelerin ortalamaları ön testte KK puan aralığında yer almasına karşın son testte BÖK puan aralığına yükselmiştir. Diğer maddelerden, 1. madde ön testte bulunduğu BÖK puan aralığını, 12 ve 17. maddeler ise KK puan aralığını son testte de değiştirmemiştir.

TL deney grubunun 15, 17 ve 18. madde ortalamaları ön testte KK puan aralığında, son testte BÖK puan aralığında yer almıştır. 1, 12, 25 ve 30. maddelerin ortalamaları ise hem ön hem de son testte BÖK puan aralığında kalmıştır.

İlgi: İlgi boyutunda GL deney grubunda, 4. maddenin ortalaması ön testte BÖK puan aralığından son testte TK puan aralığına ve 21. maddenin ortalaması ön testte KK aralığından son testte BÖK puan aralığına artış göstermiştir. Diğer maddelerin ortalamaları ön testte yükselmesine rağmen bu durum buldukları puan aralığını değiştirmemiştir. Benzer şekilde AL deney grubunda da son test ortalamaları ön testte göre daha yüksek düzeydedir. Ancak bu durum boyuttaki tüm maddelerin ön testteki puan aralığını son testte bir üst puan aralığına yükseltmek için yeterli düzeyde değildir.

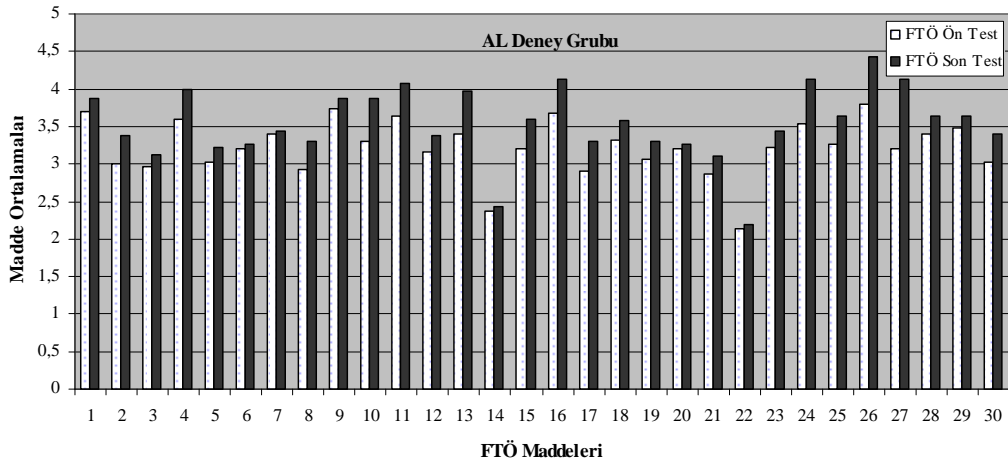
TL deney grubunda 4, 7 ve 16. maddelerin ortalamaları ön testte BÖK puan aralığında yer almıştır. Bu maddelerin ortalamaları yükselerek son test puan aralığı TK olmuştur. 21. madde ise ön testte KK puan aralığından son testte BÖK puan aralığına geçmiştir. 8. ve 22. maddelerin ortalamaları ise ön testteki puan aralıklarında son testte de yer almışlardır.



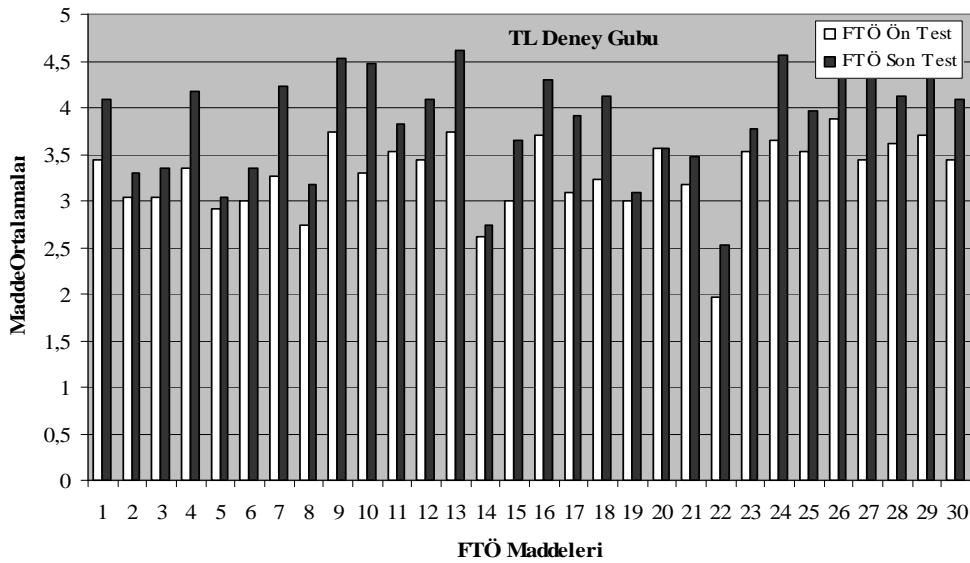
Şekil 13. GL deney grubunun ön test ve son test FTÖ madde ortalamalarının dağılım grafiği

Öğrencilerin FTÖ' ye vermiş oldukları yanıtların madde ortalamalarının ön test-son test arasındaki değişimin daha açık bir şekilde görülebilmesi için her bir deney grubun madde ortalamalarının dağılım grafiği oluşturulmuştur. Şekil 13'de GL deney grubunun ön test ve son test dağılım grafiği görülmektedir. Şekil 13'deki grafiğe göre öğretim uygulamaları sonrasında GL deney grubu öğrencilerinin FTÖ madde ortalamalarında artış gözlenmiştir.

Şekil 14'te AL deney grubunun ön test ve son test dağılım grafiği görülmektedir. Buna göre AL grubunda da FTÖ' nün son testinde, ön test puanlarına göre tüm maddelerde belirli düzeyde artış meydana gelmiştir.



Şekil 14. AL deney grubunun ön test ve son test FTÖ madde ortalamalarının dağılım grafiği



Şekil 15. TL deney grubunun ön test ve son test FTÖ madde ortalamalarının dağılım grafiği

Şekil 15'te TL deney grubunun ön test ve son test dağılım grafiği görülmektedir. Grafikte, GL ve AL gruplarına benzer şekilde tüm maddelerde son testte ortalamaların yükseldiği görülebilmektedir. Ön test-son test ortalama farkı bazı maddelerde büyük bazı maddelerde ise küçük düzeyde gerçekleşmiştir.

FTÖ için ön test-son test arasındaki farkın boyutlar bakımından istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için her bir boyut ve her bir deney grubu için bağımlı t testi analizi yapılması öngörülmüştür. Bu analiz için, verilerin normal dağılıma sahip olup olmadığı incelenmiştir. Buna göre tüm boyutlar için basıklık katsayısının -0,71 ve 0,48, çarpıklık katsayısının ise -0,92 ve 0,18 arasında değerler aldığı görülmüştür. Bununla birlikte, tüm gruplar için Kolmogorov -Smirnov (K-S) testi yapılmış ve test sonuçları ($p>,05$) verilerin normal dağılıma uygun olduğunu göstermiştir.

Bağımlı t testi için gerekli olan varsayımların sağlanmasının ardından her bir byut için analizler gerçekleştirilmiştir. FTÖ Önem boyutuna ilişkin t testi sonuçları Tablo 42’de verilmiştir.

Tablo 42. FTÖ Önem boyutuna ilişkin t testi sonuçları

Gruplar	N	Ön test		Son test		sd	t	p
		\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss			
GL deney grubu	30	3,65	0,33	4,24	0,54	29	-6,73	0,000
AL deney grubu	30	3,47	0,47	3,92	0,64	29	-4,56	0,000
TL deney grubu	23	3,61	0,33	4,33	0,34	22	-9,07	0,000
Tüm deney grubu	83	3,57	0,39	4,15	0,56	82	-10,81	0,000

Tablo 42’ye göre, FTÖ Önem boyutunda GL deney grubunda ($t_{(29)} = -6,73$; $p < 0,05$), AL deney grubunda ($t_{(29)} = -4,56$; $p < 0,05$), TL deney grubunda ($t_{(22)} = -9,07$; $p < 0,05$) ve tüm örneklem için ($t_{(82)} = -10,81$; $p < 0,05$) ön test ve son test arasında, son test lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu ortaya konulmuştur. Bu bulgu, geliştirilen materyalin ve yapılan öğretim uygulamalarının, öğrencilerin fiziğe ve fizik dersine verdikleri teknolojik ve toplumsal önemi artırdığını göstermektedir.

Tablo 43. FTÖ Kavrama boyutuna ilişkin t-testi sonuçları

Gruplar	N	Ön test		Son test		sd	t	p
		\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss			
GL deney grubu	30	2,79	0,53	2,96	0,62	29	-1,40	0,172
AL deney grubu	30	2,98	0,56	3,15	0,65	29	-2,06	0,049
TL deney grubu	23	3,02	0,53	3,21	0,54	22	-1,43	0,167
Tüm deney grubu	83	2,92	0,54	3,10	0,61	82	-2,76	0,007

FTÖ Kavrama boyutuna ilişkin t testi sonuçları Tablo 43’te yer almaktadır. t-testi sonuçlarına göre, kavrama boyutunda GL deney grubunda ($t_{(29)} = -1,40$; $p > 0,05$) ve TL

deney grubunda ($t_{(22)} = -1,43$; $p > 0,05$) ön test ve son test arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Buna karşın AL deney grubu ($t_{(29)} = -2,06$; $p < 0,05$) ve örneklemin tümü göz önüne alındığında ($t_{(82)} = -2,76$; $p < 0,05$) ön test ve son test arasında, son test lehine anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir. Yani GL ve TL gruplarında öğrencilerin fiziği anlayabilme ve kavrayabilmeye yönelik inançlarında, uygulamalar sonrasında bir değişim olmazken AL grubunda anlamlı düzeyde bir artış gerçekleşmiştir.

FTÖ Gereksinim boyutuna ilişkin t testi sonuçları

Tablo 44'te verilmiştir. Tabloya göre, FTÖ Gereksinim boyutunda GL deney grubunda ($t_{(29)} = -4,18$; $p < 0,05$), AL deney grubunda ($t_{(29)} = -2,71$; $p < 0,05$), TL deney grubunda ($t_{(22)} = -5,61$; $p < 0,05$) ve tüm örneklem için ($t_{(82)} = -6,81$; $p < 0,05$) ön test ve son test arasında, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu ortaya konmuştur. Ortalamalar dikkate alındığında son testte artış olduğu görülmektedir. Bu bulgu, öğretim uygulamalarının, öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik duydukları ihtiyaç algılarını artırıcı etkiye sahip olduğunun bir göstergesidir.

Tablo 44. FTÖ Gereksinim boyutuna ilişkin t testi sonuçları

Gruplar	N	Ön test		Son test		sd	t	p
		\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss			
GL deney grubu	30	3,53	0,40	3,89	0,57	29	-4,18	,000
AL deney grubu	30	3,23	0,59	3,53	0,84	29	-2,71	,011
TL deney grubu	23	3,30	0,45	3,99	0,46	22	-5,61	,000
Tüm deney grubu	83	3,36	0,50	3,79	0,68	82	-6,81	,000

Tablo 45. FTÖ İlgî boyutuna ilişkin t testi sonuçları

Gruplar	N	Ön test		Son test		sd	t	p
		\bar{X}	Ss	\bar{X}	Ss			
GL deney grubu	30	3,38	0,45	3,68	0,56	29	-3,07	0,005
AL deney grubu	30	3,10	0,56	3,36	0,70	29	-2,22	0,035
TL deney grubu	23	3,03	0,50	3,64	0,65	22	-6,36	0,000
Tüm deney grubu	83	3,18	0,52	3,56	0,65	82	-5,93	0,000

FTÖ İlgî boyutuna ilişkin t-testi sonuçları Tablo 45'de verilmiştir. Analiz sonuçları, FTÖ İlgî boyutunda GL deney grubunda ($t_{(29)} = -3,07$; $p < 0,05$), AL deney grubunda ($t_{(29)} = -2,22$; $p < 0,05$), TL deney grubunda ($t_{(22)} = -6,36$; $p < 0,05$) ve tüm örneklem için ($t_{(82)} = -5,93$; $p < 0,05$) ön test ve son test arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğunu

göstermektedir. Buna göre, öğrencilerin fiziğe ve fizik dersine karşı ilgileri, öğretim uygulamaları sonrasında olumlu yönde değişmiştir.

Yapılan öğretim uygulamalarının, öğrencilerin fiziğe karşı tutumlarında olumlu bir değişim meydana getirdiği yukarıdaki analiz sonuçlarından görülmektedir. Öğrencilerin fiziğe karşı tutumlarındaki artışın gruplara göre farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için, boyutlar için Kovaryans Analizi (ANCOVA) yapılmıştır. ANCOVA’da boyutlara ait ön test değerleri ortak değişken, son test değerleri bağımlı değişken ve deney grupları (okul türü) bağımsız değişken olarak belirlenmiştir. Analiz öncesinde verilerin ANCOVA’nın varsayımlarını sağlayıp sağlamadığı araştırılmıştır. Buna göre FTÖ’nün tüm boyutlarında, verilerin varyans homojenliği ve regresyon doğrularının eğimlerinin eşitliği varsayımlarını sağladığı belirlenmiştir. FTÖ Önem boyutuna ilişkin ANCOVA sonuçları Tablo 46’da verilmiştir.

Tablo 46. FTÖ Önem boyutuna ilişkin ANCOVA sonuçları

Kaynak	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	p
Düzeltilmiş model	8,64	3	2,88	13,23	0,000
Engelleme (Intercept)	2,44	1	2,44	11,22	0,001
Ön test (Önem)	6,00	1	6,00	27,56	0,000
Grup	1,35	2	0,67	3,09	0,051
Hata	17,20	79	0,22		
Toplam	1454,07	83			

Tablo 46’daki ANCOVA sonuçlarına göre, FTÖ Önem boyutunda ön test puanlarının etkisi göz önüne alındığında son testte deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($F_{(2, 79)} = 3,09$; $p > 0,05$). Bu durumda, yapılan öğretim uygulamalarının öğrencilerin fiziğe verdikleri teknolojik ve toplumsal önemi artırıcı etkisinin, deney grupları arasında farklılık göstermediği, benzer etkiye sahip olduğu söylenebilir.

FTÖ Kavrama boyutuna ilişkin ANCOVA sonuçları Tablo 47’de sunulmuştur. Tablo 47’de görüldüğü gibi, FTÖ Kavrama boyutunda, ön test puanlarının etkisi göz önüne alındığında son testte deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşmamıştır ($F_{(2, 79)} = 0,32$; $p > 0,05$). Başka bir ifadeyle, yapılan öğretim uygulamalarının öğrencilerin fiziği anlayabilme ve kavrayabilmeye yönelik inançlarını artırıcı etkisi, gruplar üzerinde farklılık göstermeyip, benzer etkiler meydana getirmiştir.

Tablo 47. FTÖ Kavrama boyutuna ilişkin ANCOVA sonuçları

Kaynak	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	p
Düzeltilmiş model	8,064	3	2,69	9,27	0,000
Engelleme (Intercept)	5,70	1	5,70	19,66	0,000
Ön test (Kavrama)	7,16	1	7,16	24,68	0,000
Grup	0,19	2	0,09	0,32	0,726
Hata	22,91	79	0,29		
Toplam	827,63	83			

FTÖ Gereksinim boyutuna ilişkin ANCOVA sonuçları Tablo 48’de verilmiştir. Tabloya göre, FTÖ Gereksinim boyutunda ön test puanlarının etkisi göz önüne alındığında son testte deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmektedir ($F_{(2, 79)}=3,48$; $p<0,05$). Buna göre yapılan öğretim uygulamaları öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik duydukları ihtiyaç algılarını geliştirmede gruplar üzerinde farklı etkiler göstermiştir.

Tablo 48. FTÖ Gereksinim boyutuna ilişkin ANCOVA sonuçları

Kaynak	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	p
Düzeltilmiş model	13,96	3	4,67	15,54	0,000
Engelleme (Intercept)	2,65	1	2,65	8,84	0,004
Ön test (Gereksinim)	10,81	1	10,81	36,02	0,000
Grup	2,09	2	1,05	3,48	0,036
Hata	23,70	79	0,30		
Toplam	1228,84	83			

Gruplar arasındaki bu farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığı ve düzeltilmiş ortalamalar, ANCOVA kapsamında hesaplanmıştır. Grupların düzeltilmiş ortalamaları Tablo 49’da sunulmuştur.

Tablo 49. FTÖ Gereksinim boyutu ön test son test ve düzeltilmiş son test ortalamaları

Gruplar	N	Ön Test \bar{X}	Son Test		Anlamlı Fark (Benferroni testi)
			\bar{X}	Düzeltilmiş \bar{X}	
GL deney grubu	30	3,53	3,89	3,76	TL-AL
AL deney grubu	30	3,23	3,53	3,63	
TL deney grubu	23	3,30	3,99	4,03	

Buna göre, GL deney grubunun son test ortalaması 3,89 iken düzeltilmiş ortalaması 3,76'ya düşmüştür. AL ve TL gruplarının ise son test ortalaması sırasıyla 3,53 ve 3,99'dan düzeltme sonrası 3,63 ve 4,03'e yükselmiştir. Gruplar arasındaki farklılığı belirlemeye yönelik yapılan Benferroni testine göre farklılığın TL ve AL deney grupları arasında olduğu belirlenmiştir. Yapılan öğretim uygulamaları öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik duydukları ihtiyaç algılarını geliştirmede, TL deney grubunda, AL deney grubuna göre daha etkili olmuştur. Ancak GL deney grubuyla diğer gruplar arasında bir farklılık oluşmamıştır.

Tablo 50. FTÖ İlgi boyutuna ilişkin ANCOVA sonuçları

Kaynak	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	p
Düzeltilmiş model	11,23	3	3,74	12,85	0,000
Engelleme (Intercept)	3,99	1	3,99	13,68	0,000
Ön test (İlgi)	9,42	1	9,42	32,36	0,000
Grup	1,43	2	0,72	2,46	0,092
Hata	23,01	79	0,29		
Toplam	1083,92	83			

FTÖ İlgi boyutuna ilişkin ANCOVA sonuçları Tablo 50'de verilmiştir. Tablo 50'ye göre, FTÖ İlgi boyutunda ön test puanlarının etkisi göz önüne alındığında son testte deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($F_{(2,79)}=2,46$; $p>0,05$). Bu bulguya göre, yapılan öğretim uygulamalarının öğrencilerin fiziğe ve fizik dersine karşı ilgilerini artırıcı etkisinin, deney grupları arasında farklılık göstermediği ifade edilebilir.

3.3. BORAN'dan Elde Edilen Bulgular

Araştırma kapsamında geliştirilen materyallerin uygulanma süreci BORAN yardımıyla, araştırmacı tarafından gözlemlenmiştir. BORAN, her biri 10 maddeden oluşan (toplam 50 madde) girme, keşfetme, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme basamaklarından oluşmuştur. Her bir basamaktaki ifade "0-gerçekleşmedi, 1-kısmen, 2-orta, 3-iyi, 4-tamamen gerçekleşti" olacak şekilde değerlendirilmiştir. Ayrıca BORAN'a, nitel verilerin kaydedilebileceği bir açıklama kısmı eklenmiş ve bu kısım gözlemler süresince araştırmacının aldığı notlarla doldurulmuştur. Bu nedenle, BORAN'dan elde

edilen bulgular, nicel verilerden elde edilen bulgular ve nitel verilerden elde edilen bulgular olmak üzere iki kısımda sunulmuştur.

3.3.1. BORAN'dan Elde Edilen Nicel Bulgular

Araştırmada geliştirilen öğrenci ders materyali, yine araştırma kapsamında geliştirilen öğretmen kılavuzu yardımıyla öğrencilere uygulanmıştır. Öğrenci ders materyalinde, 8 konu başlığı altında yer alan etkinlikler toplam 11 ders saati süresince yürütülmüştür. Her bir konu başlığı için bir ders planı yapılması ön görüldüğünden, çalışmada 5'i 1 ders saati ve 3'ü 2 ders saati boyunca yürütülen 8 farklı 5E uygulaması yapılmıştır. Bu uygulamalar tüm deney gruplarında gözlemlenerek, BORAN'ın her bir maddesi için puanlama yapılmıştır. BORAN'da ortalaması üç ve üzerinde olan maddenin veya basamağın istenilen düzeyde gerçekleştiği kabul edilmiştir (Saka, 2006; Özsevgeç, 2007).

Tablo 51. BORAN'ın girme aşamasına ilişkin madde ortalamaları

MADDELER		GL Deneş grubu	AL Deneş grubu	TL Deneş grubu
		Ort. Puan	Ort. Puan	Ort. Puan
GİRME AŞAMASI	1. Öğrenme etkinlikleri gerçek hayatla ilişkili konu ve problemlerle başladı	3,63	3,75	3,50
	2. Sınıf tartışmasına katılmada öğrenciler istekli oldular	2,63	3,13	3,13
	3. Öğrenciler, konuyu anlayabilmek için soru sormaya çalıştılar	2,50	2,75	2,75
	4. Öğretmen, dersin nasıl işleneceğini açıkladı	1,63	1,88	1,88
	5. Etkinliklere başlarken öğretmen öğrencilere soru sordu.	3,25	3,38	3,50
	6. Öğrencilerin fikir ve önerileri sınıf tartışması sürecinde kullanıldı	2,50	3,00	2,50
	7. Tartışma sürecinde öğrenciler birbirlerini dinledi	3,25	3,25	3,25
	8. Ön tartışmada öğrencilerin ön bilgi ve deneyimleri kullanıldı	3,25	3,38	3,25
	9. Tartışma, önceki bilgi ve deneyimleriyle yüzleşmelerine yardımcı nitelikteydi	2,75	2,88	2,88
	10. Öğretmen, öğrencilerin önceki bilgilerini destekleyerek ilgilerini artırdı	3,25	3,38	3,38
Girme Aşaması Ortalaması		2,86	3,63	3,00

Tablo 51'de BORAN'ın girme aşamasına verilen puanlara ilişkin madde ortalamaları sunulmuştur. Buna göre, GL deney grubunda 1, 5, 7, 8 ve 10. maddelerin 3'ün üzerinde ortalamaya sahip olduğu ve uygulama sürecinde bu maddelerin gerçekleştiği görülmüştür. Buna karşın, 2, 3, 4, 6 ve 9. maddelerin ise 3'ün altında ortalamaya sahip olduğu görülmüştür. GL deney grubunun girme aşamasına ilişkin genel ortalaması ise 2,86 değerinde kalarak, 3,00'ün üzerine çıkamamıştır. AL deney grubunda, bu durum biraz farklı gerçekleşmiştir. Burada, 1, 2, 5, 6, 7, 8 ve 10. maddelerin ortalamaları 3 ve üzerinde

değer almıştır. AL deney grubunda sadece 3, 4 ve 9. maddelerin 3'ün altında ortalamaya sahip olarak gerçekleşmediği belirlenmiştir. Ayrıca bu grupta genel ortalamanın 3,63 olarak oldukça yüksek bir değer aldığı görülmüştür. TL deney grubunda ise çoğunlukla GL grubuna benzer bir durum görülmüştür. Bu grupta, 1, 2, 5, 7, 8 ve 10. maddelerin ortalamasının 3'ün üzerinde değer aldığı ve bu maddelerin uygulamalarda gerçekleştiği, 3, 4, 6 ve 9. maddelerin ise gerçekleşmediği belirlenmiştir.

Ancak genel ortalamanın 3,00 olması, bu grupta girme aşamasının başarılı sayılabilecek düzeyde gerçekleştiğini göstermektedir. Gruplarda yetersiz düzeyde değer alan maddeler incelendiğinde, tüm gruplarda, öğrencilerin konuyu anlayabilmek için yeteri kadar soru sormadığı (3. madde), öğretmenin dersin nasıl işleneceğini açıklamadığı (4. madde) ve yapılan tartışmaların öğrencilerin önceki bilgi ve deneyimlerini hatırlamalarında yeteri kadar etkili olmadığı (9. madde) ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte GL ve TL gruplarında öğrencilerin fikir ve önerilerinin sınıf tartışması sürecinde yeteri kadar kullanılmadığı da (6. madde) ortaya konulmuştur. Ayrıca sadece GL grubunda öğrenciler sınıf tartışmasına katılmada beklendiği kadar istekli davranmamışlardır (2. madde).

Tablo 52. BORAN'ın keşfetme aşamasına ilişkin madde ortalamaları

MADDELER		GL Deney grubu	AL Deney grubu	TL Deney grubu
		Ort. Puan	Ort. Puan	Ort. Puan
KEŞFETME AŞAMASI	11. Öğrenciler, ön tartışmadan sonra araştırmalarını birlikte planladılar	3,25	3,38	3,00
	12. Öğrenciler etkinliklere karar verirken öğretmen yardımcı oldu	2,50	2,50	2,88
	13. Öğrenciler öğrenmelerini engelleyen konularda şikâyet ettiler	2,25	2,13	2,00
	14. Öğrenciler grup içerisinde birbirlerine konuşma şansı verdiler	2,88	3,00	2,88
	15. Araştırmalar sorulan sorulara cevap vermek için ortak yürütüldü	3,13	3,00	3,25
	16. Kendi araştırmalarından zihinlerindeki soruların cevaplarını buldular	3,25	3,75	3,13
	17. Çalışma yaparken öğrenciler kaynakları paylaştılar	2,63	2,63	2,75
	18. Araştırma yaparken öğrencilerle birbirleriyle işbirliğine girdiler	3,38	3,50	3,25
	19. Etkinlikler sırasında öğrencilerin birbirlerinden bir şeyler öğrendiği gözlemlendi	2,88	3,38	2,88
	20. Grup içinde görev dağılımını ön planda tutan bir takım çalışması yapıldı	2,75	2,75	3,13
Keşfetme Aşaması Ortalaması		2,89	3,01	2,91

Tablo 52'de BORAN'ın keşfetme aşamasına ilişkin madde ortalamaları verilmiştir. Buna göre GL deney grubunda 11, 15, 16 ve 18. maddelerin 3,00'ün üzerinde değer alarak, istenilen düzeyde gerçekleştiği görülmüştür. Bunun dışında kalan 12, 13, 14, 17, 19 ve 20. maddelerin ise bu düzeye ulaşamadığı belirlenmiştir. Grubun keşfetme aşamasındaki genel ortalaması da 2,89 olarak hesaplanmıştır. AL deney grubunda, 11, 14, 15, 16, 18 ve 19. maddeler 3,00 ve üzerinde ortalamaya sahip olarak, istenilen düzeyde gerçekleşmiştir.

Buna karşın, 12, 13, 17 ve 20. maddelerin yeterli düzeyde gerçekleşmediği görülmüştür. Bu grupta genel ortalama ise 3,01 olarak hesaplanmıştır. GL deney grubunda 11, 15, 16, 18 ve 20. maddelerin yeterli düzeyde gerçekleşirken, 12, 13, 14, 17 ve 19. maddelerin istenilen düzeye ulaşamadığı belirlenmiştir. Grubun genel ortalaması da 2,91 seviyesinde kalmıştır. Gruplarda düşük düzeyde ortalama sahip olan maddeler incelendiğinde, tüm gruplarda öğretmenlerin etkinliklere karar verirken öğrencilere yardımcı olmada (12. madde), öğrencilerin ise öğrenmelerine engel olan durumları belirtmede (13. madde) ve çalışmalar sırasında kaynakları paylaşmada (17. madde) yetersiz kaldıkları görülmüştür. Ayrıca GL ve TL gruplarında öğrenciler, grup içerisinde birbirlerine konuşma şansı vermede (14. madde) ve etkinlikler sırasında birbirlerinden bir şeyler öğrenmede (19. madde), GL ve AL gruplarında ise uygun şekilde görev dağılımı yapmada (20. madde) yetersiz kaldıkları ortaya konulmuştur.

Tablo 53. BORAN'ın açıklama aşamasına ilişkin madde ortalamaları

MADELER		GL Deney	AL Deney	TL Deney
		grubu	grubu	grubu
		Ort. Puan	Ort. Puan	Ort. Puan
AÇIKLAMA AŞAMASI	21. Öğrenciler, anladıklarını öğretmene ve diğer öğrencilere açıkladılar	3,13	3,38	3,25
	22. Anladıklarını açıklamaları için öğrenciler birbirlerine sorular sordular	2,50	2,63	2,25
	23. Öğretmen tüm öğrencilere açıklama için fırsat verdi	2,88	3,38	2,75
	24. Öğrenciler, etkinliklerde yaptıklarını öğretmene gösterdiler	3,13	3,38	3,00
	25. Öğretmen, öğrencilerle ilgilenmek için yanlarına kadar gitti	3,25	3,38	2,38
	26. Öğretmenin açıklamaları konunun anlaşılmasına yardımcı olacak nitelikteydi	3,63	3,50	3,75
	27. Öğrencilere ifadelerinin gerekçeleri hakkında sorular soruldu	2,88	3,13	2,75
	28. Öğrenciler tüm ifadelerin, şekillerin ve grafiklerin anlamını açıklayabildiler	2,50	2,63	2,63
	29. Öğretmen açıklama yaparken değişik kaynakları kullandı	2,25	2,38	2,13
	30. Öğretmen deneyimlerini birbirleriyle paylaşmada yardımcı oldu	2,88	3,13	2,63
Açıklama Aşaması Ortalaması		2,90	3,09	2,75

BORAN'ın açıklama aşamasına ilişkin madde ortalamaları Tablo 53'de sunulmuştur. Tabloya göre, GL deney grubunda 21, 24, 25 ve 26. maddelerin istenilen düzeyde gerçekleştiği diğer maddelerin ise 3,00'ten daha düşük ortalama sahip olduğu görülmüştür. Grubun genel ortalaması ise 2,90 olarak hesaplanmıştır. AL deney grubunda ise 21, 23, 24, 25, 26, 27 ve 30. maddeler istenilen düzeyde açıklama aşamasında uygulanmıştır. Bu grupta sadece üç maddenin düşük düzeyde değer aldığı ve grup ortalamasının 3,09 olarak yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir. TL deney grubunun ortalama değerleri incelendiğinde, GL grubuna benzer bir durum ortaya çıkmıştır. Bu grupta 21, 24 ve 26. maddeler 3,00 ve üzerinde ortalama değere sahip olmuştur. Buna

karşın, diğer tüm maddeler istenilen düzeyin altında kalmıştır. Grubun genel ortalaması ise 2,75 olarak hesaplanmıştır. Düşük düzeydeki maddeler incelendiğinde, öğrencilerin açıklama yapmaları için birbirlerine sorular sormada (22. madde), tüm ifadelerin, şekillerin ve grafiklerin anlamını açıklayabilmede (28. madde) ve öğretmenin açıklama yaparken değişik kaynakları kullanmada (29. madde) tüm gruplar bakımından yetersiz kaldıkları görülmektedir. GL ve TL gruplarında ise öğretmenler tüm öğrencilere açıklama için fırsat vermede (23. madde) ve ifadelerin gerekçelerini sorgulamada (27. madde) yetersiz kalmışlardır. Sadece TL grubunda öğretmenin, öğrencilerle ilgilenmek için yanlarına gitmede (25. madde) yetersiz kalması dikkat çekicidir.

Tablo 54. BORAN'ın derinleştirme aşamasına ilişkin madde ortalamaları

MADDELER		GL Deneysel grubu	AL Deneysel grubu	TL Deneysel grubu
		Ort. Puan	Ort. Puan	Ort. Puan
DERİNLEŞTİRME AŞAMASI	31.Öğrenciler öğrendiklerinin günlük yaşamda kullanılmasına önem verdiler	3,75	3,63	3,63
	32.Öğrenciler problem çözme ve etkinliklere yaklaşımlarını birbirleri ile paylaştılar	2,50	2,63	2,63
	33.Öğrenciler, günlük yaşamda kullanılabilen etkinliklerde daha aktiftiler	3,50	3,75	3,38
	34.Öğrencilerin çalışmalarında bir sorun olduğunda öğretmen yardımcı oldu	3,13	3,13	3,25
	35.Öğretmen ve öğrenciler, problemler ve etkinliklere yönelik sorular sordu	3,13	3,00	3,00
	36.Öğrenciler, problem ve etkinlikler hakkındaki düşüncelerini birbirleriyle tartıştılar	2,75	3,13	2,88
	37.Öğrenciler mümkün olduğunca çok şey yapmaya çalıştılar	2,88	3,13	2,75
	38.Öğrenciler karşılaştıkları yeni durumlarda neyi başarmaya çalıştıklarını biliyordu	3,13	3,25	3,13
	39.Öğrenciler, yeni durumlarla karşılaştıklarında ne yapmaları gerektiğini biliyordu	3,00	3,13	3,00
	40.Sorunların çözümünde yetenekli öğrencilerin ön plana çıktığı gözlemlendi	3,38	2,88	3,25
Derinleştirme Aşaması Ortalaması		3,11	3,16	3,09

Tablo 54'te BORAN'ın derinleştirme aşamasına ilişkin madde ortalamaları verilmiştir. Tablodan görülebileceği gibi, GL ve TL gruplarında sadece 32, 37 ve 37. maddeler istenilen düzeyde gerçekleşmemiş, diğer tüm maddeler 3,00 ve üzerinde ortalama değer olarak, yeterli düzeye ulaşmıştır. Bu grupların ortalamaları ise 3,11 ve 3,09 olarak hesaplanmıştır. AL deney grubunda iki maddenin istenilen düzeyde gerçekleşmediği görülmüştür. Bunlar 32 ve 40. maddelerdir. Bu grubun genel ortalaması da 3,16 olmuştur. Yeterli düzeyde gerçekleşmeyen maddeler incelendiğinde, öğrencilerin problem çözme ve etkinliklere yaklaşımlarını birbirleri ile paylaşmada yeterli olmadıkları (32. madde), tüm gruplarda görülmüştür. Ayrıca hem GL hem de TL gruplarında öğrencilerin problem ve etkinlikler hakkındaki düşüncelerini birbirleriyle yeteri kadar tartışmadıkları (36. madde) ve derinleştirme aşaması süresince yalnızca kendilerine söylenenler yaptıkları (37. madde) belirlenmiştir. Diğer gruplarda, yetenekli öğrencilerin etkinliklerde ön plana çıkmasına (4.

madde) rağmen, AL grubunda bunun fazla gözlenmemesi de dikkat çekici bir bulgu olarak karşımıza çıkmıştır.

BORAN'ın değerlendirme aşamasına ilişkin madde ortalamaları Tablo 55'de yer almaktadır. Tablo incelendiğinde, GL deney grubunda, 41, 43, 44, 46 ve 50. maddelerin istenilen düzeyde gerçekleştiği diğer maddelerin ise bu düzeye ulaşamadığı görülmektedir. Bu aşamada GL grubunun ortalaması 3,00 olarak belirlenmiştir. AL deney grubunda istenilen düzeyde gerçekleşen maddeler ise 41, 43, 46, 47 ve 50. maddelerdir. Bu grupta değerlendirme aşamasının genel ortalaması 3,05 olmuştur. TL deney grubunda dört maddenin istenilen düzeyde gerçekleştiği görülmektedir. Bunlar 41, 44, 46 ve 50. maddeler olup, diğer maddeler bu düzeye ulaşamamıştır. Grubun genel ortalaması ise 2,94 olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 55. BORAN'ın değerlendirme aşamasına ilişkin madde ortalamaları

MADDELER		GL Deney grubu Ort. Puan	AL Deney grubu Ort. Puan	TL Deney grubu Ort. Puan
DEĞERLENDİRME AŞAMASI	41. Uygulamalar etkinliklerin önceki aşamalarında yer alan çalışmalarla ilişkiliydi	3,38	3,50	3,38
	42. Öğrencilerin uygulanmalarda teorik araştırmalara ihtiyaç duydukları gözlendi	2,63	2,75	2,75
	43. Uygulanmalarda öğrenciler konuyu daha iyi anlamaya yönelik sorular sordular	3,00	3,38	2,88
	44. Öğrenciler, tüm etkinliklerin uygulanmasında yardım istediler/beklediler	3,13	2,63	3,50
	45. Öğrencilerin etkinliklere yaptığı katkılar başarılarının belirlenmesinde etkili oldu	2,88	2,88	2,75
	46. Etkinliklerden sonra gerçek hayatta ilişkili proje/ödevler üstlenmeye başlamışlardır	3,38	3,38	3,13
	47. Öğrenciler, ders sürecinde öğretmen ve grup arkadaşlarıyla iletişime önem verdiler	2,88	3,00	2,63
	48. Öğretmen öğrencilerle görüşerek konuyla ilişkili bilgilerini ortaya çıkarmaya çalıştı	2,88	2,88	2,75
	49. Öğrenciler, etkinlik performanslarının başarı olarak değerlendirileceğini biliyorlar	2,63	2,63	2,50
	50. Öğrenciler, konuya ait tüm etkinliklerde aktif olarak rol almada istekli oldular	3,25	3,50	3,13
Değerlendirme Aşaması Ortalaması		3,00	3,05	2,94

Tüm gruplara bakıldığında, “öğrencilerin uygulanmalarda teorik araştırmalara ihtiyaç duydukları gözlendi (42. madde)”, “öğrencilerin etkinliklere yaptığı katkılar başarılarının belirlenmesinde etkili oldu (45. madde)”, “öğretmen öğrencilerle görüşerek konuyla ilişkili bilgilerini ortaya çıkarmaya çalıştı (48. madde)” ve “öğrenciler, etkinlik performanslarının başarı olarak değerlendirileceğini biliyorlar (49. madde)” şeklindeki maddelerin yeterli düzeyde gerçekleşmediği görülmektedir. Ayrıca GL ve TL gruplarında öğrencilerin ders sürecinde öğretmen ve grup arkadaşlarıyla iletişime önem vermede (47. madde) yetersiz kaldıkları ortaya konulmuştur. AL grubunda ise öğrencilerin, tüm etkinliklerin uygulanmasında öğretmenden kısmen yardım istedikleri (44. madde) belirlenmiştir. Tüm

gruplarda 41, 46 ve 50. maddelerin oldukça yüksek ortalamaya sahip olması da dikkat çekici bir sonuç olarak görülmüştür.

3.3.2. BORAN'dan Elde Edilen Nitel Bulgular

Yukarıda belirtilen BORAN'ın yapılandırılmış kısmı üzerinde yapılan puanlamanın yanı sıra, tüm gruplarında yapılan uygulamalar sırasında, araştırmacı tarafından gözlem notları alınmıştır. Bu notlar BORAN'ın "açıklamalar" bölümüne nitel gözlem verileri olarak kaydedilmiştir. Elde edilen verilerden araştırmacı tarafından önemli olduğu düşünülen kısımlar ayıklanarak, her bir etkinlik için ayrı ayrı tablo halinde sunulmuştur. Tablo 56'da GL deney grubunun nitel gözlem bulguları yer almaktadır.

Tablo incelendiğinde genel olarak uygulamaların verimli bir şekilde yürütüldüğü görülmektedir. Grubun öğretmeni derslerin yürütülmesinde öğretmen kılavuzuna bağlı kalmış, ancak bazı durumlarda dersin işlenişine göre kılavuzdan uzaklaşmıştır. Bazı durumlarda, öğretmenin öğrencilerin keşfedici olmalarına fırsat vermeyerek, bilgiyi önceden verdiği ve kendisini ön plana alarak geleneksel öğretime geçtiği görülmüştür. "Enerjiyi Biçimlerine Göre Sınıflandıralım" etkinliğinde, enerji dönüşümlerine öğrencilerin değil de öğretmenin günlük hayattan örnekler vermesi bu duruma örnek olarak gösterilebilir. Derslerin 5-8 dakikalık bölümü sınıf düzenini sağlamakla geçtiğinden, bazı durumlarda öğrencilere söz vermek için süre kalmadığı da görülmüştür. Ayrıca, etkinliklerde kullanılan gerçek yaşamdan örneklerin, öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını artırdığı da ortaya konulmuştur. Bu grupta özellikle çay toplayan insanlar, güneş arabaları ve Bungee Jumping bağlamlarının tüm öğrencilerin ilgilerini çektiği belirlenmiştir. Kullanılan bazı bağlamların ve etkinlik araç-gereçlerinin ise zaman zaman öğrencilerin ilgisini çekmediği (yağmur örneği) ve hatta bazı öğrencilerin dikkatinin dağılmasına (Etkinlik 2'deki oyuncak araba) neden olduğu da ortaya konulmuştur.

Kavramsal düzeyde incelendiğinde, öğrencilerin ön bilgi bakımından, bazı konularda kavram yanlışları taşıdığı görülmüştür. Özellikle "fiziksel iş ve günlük hayattaki iş kavramlarını ayırt edememe, kuvvet ve güç kavramlarını birbirinin yerine kullanma, enerjiyi sadece mekanik enerji olarak algılama, potansiyel enerjiyi sadece kütle çekim potansiyel enerjisi olarak tanımlama" gibi yanlışların varlığı dikkat çekmiştir. Ancak uygulamaların devamında bu tür yanlışların öğrenciler tarafından tekrarlanmadığı görülmüştür.

Tablo 56. GL deney grubunda BORAN'ın açıklamalar kısmından elde edilen nitel bulgular

Acaba Gerçekten Yapıyor muyuz?	Öğretmen, öğrencilere ders materyalini dağıttı, materyal hakkında kısa bilgi verdi ve derse geçildi. Öğrencilerden kısa olayı okumaları istendi, öğrenciler çay toplama bağlamına oldukça ilgi gösterdiler. “Günlük hayattaki iş’le fiziksel anlamdaki iş arasında fark var mıdır?” sorusuyla tartışma başladı. Bazı öğrenciler fark olmadığını belirtti. Materyalde yer alan A, B, C resimleri incelendi, hangilerinde iş yapıldığına dair ortak bir görüş çıkmadı ve öğretmen açıklama yaptı. Öğretmen fiziksel anlamda işin tanımını yaptı ve formülünü verdi. Çözümlü örneği tekrar tahtada çözdü. “Sıra sende” kısmındaki soruları çözmelerini istedi. Gönüllü bir öğrenciye problemi tahtada çözdürdü. Öğrenciler, başlangıçta oldukça istekliydiler ancak son bölümde problemi çözemeyenlerin dikkatleri dağıldı.
İş Yapabilmek için Neye İhtiyacımız Var?	Öğretmen, kısa olayı okumalarını söyledi. Öğrenciler olayı okudular ve tartıştılar. Olay bazı erkek öğrencilerin ilgisini çekmedi ve motivasyon sağlayamadığı gözlemlendi. Öğrenciler, iş – enerji ilişkisini açıklayamadılar. Öğretmen, iş ve enerji ilişkisiyle ilgili günlük hayattan örnekler verdi. Öğretmen “iş yapabilmek için enerjiye ihtiyaç vardır” şeklinde açıklama yaptı. Mekanik enerjiden farklı türde enerjiler olup olmadığını sordu. Öğrenciler çeşitli örnekler verdiler. Çoğunlukla ısı ve elektrik enerjisi örneği verildi. Etkinlik 1 için öğrenciler 4’erli gruplar oluşturdu. Her grup yönergeler göre bir enerji tanımını tahtaya yazdı. Bazı gruplar tanım yapmakta çekingen davrandılar. Öğretmen bu grupları teşvik etti. Tanımlardaki yanlışlıklar düzeltilti. Sınıfça ortak bir enerji tanımı yapıldı: “İş yapmayı sağlayan, ısı, ışık, elektrik gibi etkileri olan ve depo edilebilen maddenin iç gücüne enerji denir”. “Sıra sende” etkinliğinde bireysel olarak doğru-yanlış soruları cevaplandı. Öğretmen öğrencilerin yanlarına giderek yanlış cevapları düzeltti.
Kim Daha Güçlü?	Öğrenciler kısa olayı okudular Birçok öğrenci kuvvet kavramını güç kavramının yerine kullandı. Etkinlik 2 yapılmaya çalışıldı. Gruplarda öğrenciler deney düzeneğini kurmakta zorlandılar. Öğretmen araştırmacıdan yardım istedi. Bazı gruplarda oyuncak arabanın dikkati dağıttığı gözlemlendi. Öğrenciler yapılan iş arttıkça iş yapma süresinin de arttığını fark etmeye çalıştılar. Birçok grubun bu ilişkiyi gözlemlediği görüldü. Bir grup ise materyalin devamında yer alan güç formülünü kullanarak arabanın gücünün sabit olduğunu fark etti. Öğretmen güç kavramını tanımladı ve formülünü tahtaya yazdı. Başlangıçtaki kısa olayda olduğu gibi aslında günlük hayatta kuvvet kavramının güç kavramının yerine kullanıldığını hatırlattı. Öğretmen, öğrencilerden örnek problemi incelemelerini istedi. “Araştırma-öğrenelim” etkinliği bir sonraki ders sunulmak üzere ödev olarak verildi.
Enerjiyi Bıçımilerine Göre Sınıflandırılm	Öğretmen, önceki ders verilen ödevlerin kontrolünü yaptı. Bazı grupların ödevi hiç yapmadıkları, bazılarının ise internet sayfasının doğrudan çıktısını getirdikleri gözlemlendi. Öğretmen ödevle ilgisiz davranan grupları “ödevleriniz notlarınızı etkileyecek” şeklinde uyardı. Mekanik enerji konusunda hatırlatma yapılarak derse başlandı. Etkinlik 3 yapıldı. Öğrenciler çoğunlukla zorlanmadan Etkinlik 3’ü yaptılar. Bazı öğrenciler yanan ampul örneğindeki enerjiyi, ampul asılı olduğu için potansiyel enerji olarak yorumladı. Elektrik enerjisini fark edemedi. Tüm resimlerdeki enerjiler öğretmenle de yardımıyla açıklandı. Öğretmen günlük hayattan enerji dönüşümlerinin olduğu örnekler verdi (bisiklet dinamosu, vantilatör...). Etkinlik 4 yapıldı. Güneş arabaları tüm öğrencilerin ilgisini çekti. “Araştırma-öğrenelim” etkinliği ödev olarak verildi.
Mekanik Enerji Her Yerde	Öğrenciler kısa olayı okuyarak derse başladılar. Bağlam olarak verilen Bungee Jumping sporunda, aşağı düşerken halatta potansiyel enerji depolanacağını fark edemediler. Öğretmen bu konuda açıklama yaptı. Etkinlik 5, bu durumu daha iyi görmelerini sağladı. Enerji dönüşümünü ve yayda depolanan enerjiyi fark ettiler. Bu durumu açıklayabildiler. Birçok öğrenci Etkinlik 6’daki resimleri açıklayabildi. “Sıra sende” kısmında yapılandırılmış grid çalışmasını önce anlamadılar ve öğretmenden yardım istediler. Daha sonra soruları cevapladılar. Genel olarak istekli bir görüntü verdiler.
Enerjiyi Aktarabilir Miyiz?	Öğrencilerden anlatılan kısa olayı okumaları istendi. Olayın sonundaki sorulara cevap vermeleri istenerek tartışma başladı. Öğrenciler, ocakta suyu kaynatan şeyin ısı enerjisi olduğunu belirttiler. Öğretmen bu durumda ocaktaki ısı enerjisinin suyu kaynatma için başka bir enerjiye mi dönüştüğünü sordu. Öğrenciler ısı aktarımını açıklayamadılar. Etkinlik 7’de verilen durumlara dikkatlice okudular ve üç durumda enerji aktarımını açıklamaya çalıştılar. Bazı öğrencilerin bunu başardığı gözlemlendi. Öğretmen öğrencileri dinledikten sonra “enerji dönüşüme uğramadan aktarılabilir” şeklinde açıklama yaptı. Öğrencilerden günlük hayattan ısı aktarımını istediğimiz durumlar ve istemediğimiz durumlara örnekler vermeleri istendi. Öğrenciler örnekler buldular. Öğrencilere “sıra sende” bölümündeki dallanmış ağaç problemi açıklandı ve çözmeleri istendi. Etkinliklerde öğrenciler istekli göründüler.
Enerjimizin Tamamı İşe Yarar mı?	Öğretmen, yaşadığımız bölgenin çok yağmur almasından söz ederek derse girdi ve kısa olayı öğrencilerin okumalarını istedi. Yağmur bağlamı bazı öğrencilere sıradan geldi ve ilgerilerini çekmedi. Tartışmada birçok öğrenci yağmur damlalarının düşerken enerji kaybettiğini söyledi. Öğretmen bu durumu etkinlikte daha iyi göreceğiz diyerek Etkinlik 8’e geçti. Etkinlik 8’de öğrenciler düzeneği kurmakta zorlandıkları için yardım istediler. Kauçuk top ve metal topun salınımındaki farklılık tam olarak gözlemlenemedi. Ancak hava sürtünmesinden dolayı salınımın yavaşlayıp bir süre sonra durduğunu çoğu grup açıkladı. Öğretmen bu açıklamalardan sonra kendi açıklamasını yaptı. Ders materyalindeki resimleri göstererek hava sürtünmesini azaltmak için taşıtlarda neler yapıldığını sordu. Öğrenciler günlük hayattan örnekler verdiler. Etkinlik 9 yapıldı. Öğretmen etkinlik 9’daki “sürtünme kuvveti iş yapar mı?” sorusunu sordu. Öğrenciler bu durumu açıklayamadılar ve sessiz kaldılar. Araştırma-öğrenelim” kısmı ödev olarak öğrencilere bırakıldı.
Verdiğimiz Enerjinin Ne Kadarını Geri Alıyoruz?	Bir önceki derste verilen araştırma ödevi birkaç öğrenci tarafından sunuldu. Bazı öğrencilerin ödevle ilgisiz kaldıkları gözlemlendi. Öğretmen öğrencileri dinledi ve otomobillerde yakıt olarak verilen enerjinin çok az kısmının işe dönüştüğü, kalan kısmının ise ısıya harcanacağını belirtti. Etkinlik 10’da öğrenciler ne tür bir hesaplama yapacaklarını bilemediler. Öğretmen asansörlerin yaptığı işi bularak işe başlamalarını söyledi. Bazı öğrenciler ders materyalinin aşağı kısmındaki “verim” formülünü kullanarak soruları cevapladı. Öğretmen öğrencilerin açıklamalarını dinledi. Verim kavramını tanımladı ve formülünü tahtaya yazdı. Öğrencilerin bu noktadan sonra etkinlikteki tüm soruları cevapladıkları gözlemlendi. Son olarak “günlük hayattaki verimle, burada öğrendiğiniz verim arasında farklılık var mı” şeklinde soru yöneltti.

Öğrenciler, birkaç etkinlikte beklenen kavramlar arası ilişkileri açıklamada zorluk çekmişlerdir. Bunlar arasında, iş-enerji ilişkisi, ısı aktarımı, yapılan iş-harcanan enerji ilişkisi dikkat çekmiştir. Ayrıca değerlendirme aşamalarında, alternatif değerlendirme

etkinliklerinin, bazı öğrencilerin ilk kez karşılaşması nedeniyle tam olarak anlaşamadığı ve öğretmen desteğiyle bu durumun aşıldığı görülmüştür.

Tablo 57. AL deney grubunda BORAN'ın açıklamalar kısmından elde edilen nitel bulgular

Acaba Gerçekten İş Yapıyor muyuz?	Öğrenciler anlatılan kısa olayı okudu ve günlük hayattaki iş ve fiziksel iş arasındaki farklılık tartışıldı. Burada “günlük hayattaki iş’le fiziksel anlamdaki iş aynı mıdır?” sorusu öğretmen tarafından soruldu, ancak tartışmalar bir sonuca bağlanmadı. Materyalde yer alan A, B, C resimleri incelendi ve birlikte hangilerinde iş yapıldığına karar verildi. Öğretmen “bir olayın fiziksel anlamda iş olabilmesi için neler gerekir?” şeklinde soru sordu. Öğrenciler grup halinde düşünerek cevap verdiler. Öğretmen görüşleri dinledi ve İş formülünü tarif etti ve tahtaya yazdı. Çözümlü örneği tekrar tahtada çözdü. “Sıra sende” kısmındaki soruları çözmelerini istedi. Öğrenciler bu kısımda bireysel çalıştılar. Öğretmen sıraları dolaşip çözümleri kontrol etti. Öğrenciler oldukça istekli bir şekilde söylenenleri yaptılar
İş Yapabilmek için Neye İhtiyacımız Var?	Öğretmen derse hazırlıklı geldi ve yanında getirdiği meyve suyu paketini öğrencilere gösterdi. “Bunu niçin getirdiğimi merak ediyorsanız kısa olayı okuyun” şeklinde öğrencileri yönlendirdi. Öğrenciler anlatılan olayı okudular ve tartıştılar. İş ve enerji arasında ilişki olduğunun farkına vardılar ancak bunu tam olarak açıklayamadılar. Öğretmen, iş ve enerji ilişkisiyle ilgili günlük hayattan örnekler verdi. Ancak enerjii yalnızca bu şekilde açıklayabilir miyiz?” şeklindeki soruyla öğrencileri düşünmeye sevk etti. Öğrenciler kendi cümleleriyle açıklama yaptılar. Etkinlik 1 yapıldı. Öğrenciler 3’erli olarak 10 grup oluşturdular. Her grup yönergeler göre bir enerji tanımını tahtaya yazdı. Genel olarak bütün tanımlarda “iş yapabilmek için enerji gerekir” ifadesi yer aldı. Tanımlardaki yanlışlıklar düzeltilti. Sınıfça ortak bir enerji tanımı yapıldı. Sıra sende etkinliğinde bireysel olarak doğru-yanlış soruları cevaplandı. Öğrenciler etkinlikler süresinde oldukça istekli göründüler
Kim Daha Güçlü?	Öğrenciler kısa olayı okudular ve duvar ustalarının güçlü mü kuvvetli mi olduğu konusunda kararsız kaldılar. Birçok öğrenci kuvvetli olanın işi daha kısa sürede bitireceğini söyledi. Etkinlik 2 yapılmaya çalışıldı. Gruplarda öğrenciler deney düzeneğini kurmakta zorlandılar. Öğretmen yardımcı oldu. Bazı gruplarda oyuncak arabanın dikkati dağıttığı gözlemlendi. Oyuncak arabanın motor gücü aynı olduğu için yük arttıkça sürenin de arttığını gözlediler. Birçok grubun bu ilişkiyi gözlemlediği görüldü. Gruplar bulduklarını açıkladılar. Öğretmen güç kavramını tanımladı ve formülünü tahtaya yazdı. Başlangıçtaki kısa olayda olduğu gibi aslında günlük hayatta kuvvet kavramının güç kavramının yerine kullanıldığını hatırlattı. Öğretmen çözümlü örnek problemi tekrar çözdü. Dersin sonunda “araştırılmalı-öğrenelim” etkinliği ödev olarak verildi.
Enerjiyi Biçimlerine Göre Sınıflandıralım	Öğretmen mekanik enerjii hatırlatarak derse başladı. “mekanik enerjiden başka enerji olabilir mi” şeklinde soru sordu. Birçok öğrenci söz aldı ve örnek verdi. Etkinlik 3 yapıldı. Öğrenciler çoğunlukla zorlanmadan etkinlik 3’ü yaptılar. Ancak bazı öğrenciler, resimler hareketsiz olduğu için kinetik enerjinin varlığını göremedi. Tüm resimlerdeki enerji durumları açıklandı. Öğretmen günlük hayattan enerji dönüşümlerinin olduğu örnekler verdi (bisiklet dinamosu, vantilatör...). Etkinlik 4 yapıldı. Öğrenciler bu etkinlikte oldukça istekli göründüler. Güneş enerjisinin önemi de bu etkinlikte vurgulandı. “Araştırılmalı-öğrenelim” kısmı öğrencilere ödev olarak bırakıldı.
Mekanik Enerji Her Yerde	Öğrenciler kısa olayı okuyarak derse başladılar. Bungee Jumping sporunda kullanılan halatta enerji birikmesi olabileceğini düşündüler. Ancak bunu tam olarak açıklayamadılar. Birkaç öğrenci potansiyel enerjinin halatta depolandığını belirtti. Etkinlik 5 yapıldı. Etkinlik 5 sonunda öğrenciler enerji dönüşümünü ve yayda depolanan enerjii fark ettiler. Bu durumu açıklayabildiler. Etkinlik 6’da resimlerde görülen enerji dönüşümlerini açıkladılar. “sıra sende” kısmında yapılandırılmış grid çalışmasını yaptılar.
Enerjiyi Aktarabilir Miyiz?	Öğretmen öğrencilerden kısa olayı okumalarını istedi. “Termoslarda suların nasıl soğuk veya sıcak olarak uzun süre saklanabileceği” sorusunun odağında tartışma yapıldı. Öğrencilerin çoğunluğu suyun kaynaması için ocaktan enerji alması gerektiğini belirtti. Bazı öğrenciler termosun içinde suyu ısıtan bir sistem olduğunu düşündü. Etkinlik 7 yapıldı. Öğrenciler bu etkinlik için verilen durumları dikkatlice okudular ve ortak özelliği bulmaya çalıştılar. Birçok öğrenci beklenen cevaba ulaşamadı, bazı öğrenciler ise ders materyalinde yer alan bilgileri okuyarak beklenen cevaplara ulaştı. Öğrencilerin açıklamaları yetersiz kalınca öğretmen açıklama yaptı. Öğrenciler açıklamalarını günlük hayattan ısı aktarımı istediğimiz durumlar ve istemediğimiz durumlar şeklinde örneklerle derinleştirdi. Termos örneği burada sık sık kullanıldı. “sıra sende” kısmında dallanmış ağaç problemi uygulandı. Öğrencilerin problemi anlamakta güçlük çektikleri gözlemlendi.
Enerjimizin Tanımını İşe Yarar mı?	Havanın yağmurlu olması öğretmenin derse girişte yağmurla ilgili kısa bir konuşma yapmasında etkili oldu. Öğretmen kısa olayın da yağmurla ilgili olması nedeniyle böyle bir giriş yaptı. Öğrenciler kısa olayı okuyarak tartıştılar. Birçok öğrenci yağmur damlalarının enerji kaybettiğini söyledi. Öğretmen açıklama yapmadan Etkinlik 8’e geçti. Etkinlik 8’de öğrenciler düzeneği kurmakta zorlandılar. Kauçuk top ve metal topun salınımindaki farklılık tam olarak gözlenemedi. Buna rağmen hava sürtünmesinden dolayı salınının yavaşladığını açıklayabildiler. Sürtünmenin enerji kaybına yol açtığı, ancak kaybolan enerjinin ısıya dönüştüğü öğretmen tarafından açıklandı. Öğretmen hava sürtünmesini azaltmak için taşıtlarda neler yapıldığını sordu. Öğrenciler günlük hayattan örnekler verdiler. Etkinlik 9 yapıldı. Öğretmen etkinlik 9 için öğrencilerden beklenen cevabı önceden verdiği için bu aşamada tartışma yapılmadı. “Araştırılmalı-öğrenelim” kısmı ödev olarak öğrencilere bırakıldı.
Verdiğimiz Enerjinin Ne Kadarını Geri Alıyoruz?	Bir önceki derste ödev olarak verilen etkinlik öğretmen tarafından girme etkinliği olarak kullanıldı. Öğrencilere otomobillerde yakıt olarak verilen enerjinin çok az kısmının işe dönüşebileceği hatırlatıldı. Etkinlik 10 yapıldı. Öğrenciler iş kavramını bildikleri için asansörün yapacağı işi hesapladılar. Ancak bunun harcanan enerjiiye oranını bulamadılar. Bazı öğrenciler ders materyalinin aşağı kısmındaki “verim” formülünü kullanarak soruları cevapladı. Öğretmen bu durumu önemsemedi ve öğrencilerin büyük çoğunluğunun açıklamalarını dinledi. Verim kavramından ve formülünden söz etti. Son olarak “günlük hayattaki verimle, burada öğrendiğimiz verim arasında farklılık var mı” şeklinde soru yöneltti.

Tablo 57’de AL deney grubunda BORAN’dan elde edilen nitel bulgular verilmiştir. Tablodan da görülebileceği gibi, AL deney grubunda uygulamalar genel olarak yapılandırmacı yaklaşım çerçevesinde yürütülmüştür. Öğretmen, derslerin yürütülmesinde araştırmada geliştirilen öğretmen kılavuzuna uygun hareket etmiş, derslere hazırlıklı gelmiştir.

Öğretmen, etkinliklerde öğrencilerin kendilerinin sonuca ulaşması için çaba göstermiş, onların bilgiye ulaşmalarına imkân tanımıştır. Sadece Etkinlik 9’da öğrencilerden etkinlik sonunda ulaşmaları beklenen durumu önceden açıkladığı için bu etkinlik etkili bir şekilde gerçekleşmemiştir. Derslerin 4-6 dakikalık bölümü sınıf düzenini sağlamakla geçtiğinden, bazı derslerde değerlendirme etkinlikleri için sürenin yetersiz kaldığı görülmüştür. Öğrencilerin derslerde genellikle istekli ve ilgili olmalarında gerçek yaşam bağlamlarının etkili olduğu görülmüştür. Özellikle, güneş arabaları ve Bungee Jumping, yağmur bağlamlarının kullanıldığı uygulamalar, tüm öğrencilerin ilgisini çekmiştir. GL deney grubunda olduğu gibi bu grupta da bazı bağlamların ve etkinlik araç-gereçlerinin bazı öğrencilerin ilgisini çekmediği (meyve suyu paketindeki besin ve enerji öğeleri etiketi) ve hatta bazı öğrencilerin dikkatinin dağılmasına (Etkinlik 2’deki oyuncak araba) neden olduğu gözlenmiştir.

Bu grupta da öğrencilerin bazı konularda kavram yanılgıları taşıdığı görülmüştür. Özellikle “fiziksel iş ve günlük hayattaki iş kavramlarını ayırt edememe, kuvvet ve güç kavramlarını birbirinin yerine kullanma ve enerjinin yok olabileceği” gibi yanılgılar dikkat çekmiştir. Öğrencilerin açıklama yapmakta zorlandığı kavramlar ise “iş-enerji ilişkisi, ısı aktarımı, ısı yalıtımı, hareketsiz resimlerdeki kinetik enerjinin varlığı ve verim” olmuştur. Bu kavramlar hakkında öğretmen öğrencilerin cevap verememeleri nedeniyle kendisi açıklama yapmıştır. Değerlendirme aşamalarında, dallanmış ağaç, yapılandırılmış grid gibi alternatif değerlendirme etkinlikleriyle bazı öğrencilerin ilk kez karşılaşması nedeniyle, bu grupta da öğretmenin açıklamalarına ihtiyaç duyulmuştur.

TL deney grubunda, her bir etkinlik için BORAN’dan elde edilen nitel bulgular Tablo 58’de verilmiştir. Tablodan, öğretmenin davranışlarına bakıldığında, uygulama sürecinin başlarında, yapılandırmacı yaklaşıma uyum gösteremediği ve daha çok geleneksel bir anlayışla dersleri sürdürdüğü görülmektedir. Bu nedenle, uygulamalarda öğretmenin, öğrencilerden görüş almadan açıklama yaptığı ve anlatım metoduna sık sık başvurduğu belirlenmiştir. Sürecin sonlarına doğru, öğretmen davranışlarını değiştirmiş,

derse hazırlıklı gelmeye başlamış ve öğretmen kılavuzuna daha fazla bağlı kalmaya çalışmıştır.

Tablo 58. TL deney grubunda BORAN'ın açıklamalar kısmından elde edilen nitel bulgular

Acaba Gerçekten İş Yapıyor muyuz?	Öğretmen, bir önceki derste öğrencilere dağıttığı ders materyali hakkında kısa bir bilgi verdi. Derste ilk olarak öğrencilerden kısa olayı okumalarını istedi. Öğrenciler buldukları yörede sıkça çay toplayan insanları gördükleri için olayı dikkatlice okudular. “Çay toplayan insanlar iş yapmış olurlar mı?” sorusuyla tartışma başladı ve “Günlük hayattaki iş”le fiziksel anlamdaki iş arasında fark var mıdır?” sorusuyla devam etti. Birçok öğrenci “fark yok” şeklinde yanıt verdi. Nedeni sorulduğunda ise açıklayamadılar. Öğretmen bu konuda açıklama yaptı ve fiziksel anlamda işi tanımladı. Materyalde yer alan A, B, C resimleri incelendi, öğrenciler işin tanımını duydukları için hangi resimlerde iş yaptığını fark ettiler. A resminde iş yapıldığına dair görüşler ortaya atıldı. Öğretmen yine açıklama yaptı ve işin formülünü tahtaya yazdı. İşin birimini söyledi. Çözümlü örneği incelemelerini istedi. “Sıra sende” kısmındaki soruları çözmelerini istedi. Gönüllü bir öğrenciyi problemi tahtada çözdürdü. Sıra sende kısmının 2. sorusuyla ilgili tabloyu doldurmalarını istedi. Öğrencilerin doğru yapıp yapmadıklarını kontrol etmedi. Öğrenciler genel olarak derste istekli davrandılar.
İş Yapabilmek için Neye İhtiyacımız Var?	Öğretmen, öğrencilerden kısa olayı okumalarını istedi. “İş-enerji arasında ilişki var mıdır?” sorusuyla tartışma başladı. Öğrenciler iş-enerji arasında bir ilişki olduğunu gördüler ancak bunu açıklayamadılar. Etkinlik 1 için öğrenciler 6 grup oluşturdu. Her gruptan yönergeleri dikkatlice okuyarak bir enerji tanımını yazmalarını istendi. Bu tanımlar sırayla tahtaya yazıldı. Tanımlardaki eksiklikler tartışıldı. Öğretmen iş kavramıyla ilişkilendirilen enerjinin mekanik enerji olduğunu belirtti. Sınıfça ortak bir enerji tanımını yapılmakta güçlük çekildi. Öğretmen tüm tanımların doğru olduğunu belirtti. “Sıra sende” etkinliğinde bireysel olarak doğru-yanlış soruları cevaplandı. Öğretmen cevapların kontrolünü yapmadı
Kim Daha Güçlü?	Öğrenciler kısa olayı okudular. Tartışma güç ve kuvvet kavramlarının arasındaki farklılık üzerinde odaklandı. Etkinlik 2’ye geçildi. Gruplarda öğrenciler deney düzeneğini kurmakta zorlandılar. Araştırmacının yardımıyla birkaç grup düzeneği kurdu. Bir kaç grup, yapılan işle iş yapma süresinin arttığını gözlemledi. Öğretmen güç kavramıyla ilgili açıklama yaptı ve formülünü tahtaya yazdı. Güç ve kuvvetin farklı kavramlar olduğunu belirtti. Öğretmen, öğrencilerden örnek problemi incelemelerini istedi. Manavgat Şelalesinin gücü öğrencilerin çok ilgisini çekti. “Araştırılabilir-öğrenelim” etkinliği bir sonraki ders sunulmak üzere ödev olarak verildi.
Enerjiyi Biçimlerine Göre Sınıflandıralım	Öğretmen derse geçmeden, önceki ders verilen ödevlerin kontrolünü yaptı. Bazı grupların ödevine ilgi göstermedikleri, bazılarının ise oldukça iyi hazırlandıkları gözlemlendi. Öğretmen enerjinin mekanik enerjiden farklı türlerinin de olduğunu hatırlattı ve Etkinlik 3’e geçildi. Öğrenciler çoğunlukla zorlanmadan etkinlik 3’ü yaptılar. Bazı öğrenciler gezegenlerle ilgili resimde, kütle çekim potansiyel enerjisini fark edemedi. Bazıları ise odundaki kimyasal enerjiyi algılayamadı. Tüm resimlerdeki enerji durumları öğretmenin de yardımıyla açıklandı. Öğretmen günlük hayattan başka örnekler verdi. Etkinlik 4’te güneş arabaları tüm öğrencilerin çok ilgisini çekti. Tüm enerji dönüşümleri belirtildi. “Araştırılabilir-öğrenelim” etkinliği ödev olarak verildi.
Mekanik Enerji Her Yerde	Önceki derste verilen araştırma ödevini öğrencilerin yaptığı gözlemlendi. Birkaç grup internet sayfası çıktılarını ödev olarak sundu. Kısa olay okunarak derse başlandı. Birkaç öğrenci Bungee Jumping halatının esnek olduğunu söyledi ancak potansiyel enerji depolandığını açıklayamadı. Öğretmen burada açıklama yaptı. Etkinlik 5 için düzenekler kuruldu. Etkinlikte yayda depolanan potansiyel enerjiyi fark ettiler. Aynı anda cismin hem yükseklik hem de esneklik potansiyel enerjisine sahip olduğunu gözlemlediler ve açıkladılar. Etkinlik 6’daki resimleri kolayca açıkladılar. “Sıra sende” kısmında yapılandırılmış grid çalışmasıyla ilk kez karşılaşmaları için anlamadılar ve öğretmenden yardım istediler. Daha sonra soruları cevapladılar.
Enerjiyi Aktarabilir Miyiz?	Öğrenciler kısa olayı okudular. “Suyun kaynaması sırasında enerji dönüşümü olmuş mudur?” sorusuyla tartışma başladı. Öğrenciler, suyun ısı enerjisiyle kaynadığını söylediler. Ancak termostaki durumu açıklayamadılar. Etkinlik 7’de verilen durumları dikkatlice okudular ancak üç durumdaki ortak özelliğin enerji aktarımı olduğunu fark edemediler. Öğretmen bunu açıkladı. Öğrencilerden günlük hayattan ısı aktarımını istediğimiz durumlar ve istemediğimiz durumlarla ilgili ders materyalindeki tabloyu doldurmalarını istedi. Ancak yazılanları kontrol etmedi ve “sıra sende” kısmına geçti. Dallanmış ağaç problemi açıklandı ve öğrenciler zorlanmadan etkinliği tamamladılar.
Enerjimizin Tamamı İşe Yarar mı?	Ders günü havanın yağışlı olması, konuyla ilgili bağlam oluşturmayı kolaylaştırdı. Öğretmen derse hazırlıklı geldiği için “yağmur damlalarının nasıl düştüğünü izleyen oldu mu?” şeklinde soru sordu ve kısa olayın bununla ilgili olduğunu belirtti. Öğrenciler ilgiyle olayı okudular. Yağmur damlalarının düşerken nasıl hızını kaybettiğine dair tartışma yapıldı. Tartışmada bazı öğrenciler yağmur damlalarının düşerken enerji kaybettiğini, bazıları ise zaten çok yüksekte düşmediği için damlaların zarar vermeyeceğini söylediler. Öğretmen bu kez açıklama yapmadı ve Etkinlik 8’e geçildi. Etkinlik 8’de öğrenciler düzeneği kuramadılar. Öğretmen ve araştırmacının yardımıyla sarkaç düzenekleri kuruldu. Öğrenciler sırayla topların salınımını izlediler. Ancak kauçuk top ve metal topun hava sürtünmesinden farklı etkilendiğini gözlemleyemediler. Salınımın bir süre sonra durmasını hava sürtünmesiyle açıkladılar. Öğretmen, öğrencilerin açıklamalarının doğru olduğunu belirtti ve kendisi açıklama yapmadı. Sadece hava sürtünmesinin enerji kaybına yol açtığını, araçlarda bunu önlemek için neler yapıldığını sordu? Öğrenciler ders materyalindeki resimlerden de yararlanarak, araçların ön kısımlarının en az sürtünmeye uğrayacak şekilde tasarlandığını belirttiler. Tüm öğrenciler erkek olduğu için bu kısımda yoğun ilgi gösterdiler. Etkinlik 9’daki “sürtünme kuvveti iş yapar mı?” sorusuna öğrencilerin yanıt veremedikleri görüldü. Öğretmen bu durumu açıkladı. “Araştırılabilir-öğrenelim” etkinliği ödev olarak öğrencilere bırakıldı.
Verdiğimiz Enerjinin Ne Kadarını Geri Alıyoruz?	Bir önceki derste verilen araştırma ödevi iki gönüllü öğrenci tarafından sözlü olarak sunuldu. Öğretmen bunu yeni konuya girme etkinliği olarak kullandı. Öğretmen otomobillerdeki yakıtın büyük kısmının sürtünmeye harcadığını belirtti verdiğimiz enerjinin çok azını geri aldığımızı dikkat çekti. Etkinlik 10’a geçildi. Öğrenciler etkinlikteki hesaplamaları yapamadılar. Öğretmen önce yapılan işi hesaplamalarını söyledi. Birkaç öğrenci yapılan işi harcanan enerjiye oranlayarak verimi elde etti. Bunu fark edemeyenler öğretmenin açıklamasını bekletiler. Öğretmen öğrencileri dinledi ve açıklama yaptı. Verim kavramını tanımladı ve formülünü tahtaya yazdı. Son olarak “günlük hayattaki verimle, burada öğrendiğiniz verim arasında farklılık var mı” şeklinde soru yöneltti. Öğrencilerin çoğunluğu gerçekte fark olmadığını belirtti.

Öğretmenin bu gelişiminde araştırmacı herhangi bir uyarıda bulunmamıştır. Bu süreçte öğrencilerin derse aktif katılımları da artmıştır. Öğretmenin etkinliklerde tanımları önceden sunması ve günlük hayattan örnek verilmesi gereken yerlerde, örneği kendisinin vermesi başlangıçtaki durumu gösterirken, “Enerjimizin Tamamı İşe Yarar mı?” etkinliğinde açıklama yapmak için öğrenci görüşlerini beklemesi ve tüm öğrencileri dinlemesi, buna örnek teşkil etmektedir. Öğretmenin davranışlarının gelişmesiyle, uygulamaların etkililiğinin arttığı da görülmüştür.

Sınıf düzenini sağlamak için derslerde yaklaşık 5-9 dakikalık bir zaman harcadığından, bu grupta da değerlendirme etkinlikleri etkili bir şekilde yapılamamıştır. Etkinliklerde kullanılan gerçek yaşamdan örneklerin, öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını artırdığı ortaya konulmuştur. Özellikle “çay toplayan insanlar, Manavgat Şelalesinin gücü, güneş arabaları, yağmur örneği ve taşıtların hava sürtünmesinden etkilenmemek üzere tasarlanması” gibi bağlamların çoğu öğrencinin ilgisini çektiği belirlenmiştir.

TL grubunda da, öğrencilerin bazı konularda kavram yanılgıları taşıdığı görülmüştür. Özellikle “fiziksel iş ve günlük hayattaki iş kavramlarını ayırt edememe, kuvvet ve güç kavramlarını birbirinin yerine kullanma, enerjiyi sadece mekanik enerji olarak algılama, gezegenlerin hareketinden dolayı sadece kinetik enerjiye sahip olması” gibi yanılgıları dikkat çekmiştir. Uygulamalar sürdükçe bu tür yanılgıların görülmediği belirlenmiştir. Bazı etkinliklerin başında, öğrencilerin kavramlar arası ilişkileri açıklamakta güçlük çektikleri görülmüştür. TL deney grubunda özellikle, iş-enerji ilişkisi, ısı aktarımı, yapılan iş-harcanan enerji ilişkisi açıklanmakta güçlük çekilmiştir. Diğer deney gruplarında olduğu gibi, burada da değerlendirme aşamalarında, alternatif değerlendirme etkinlikleriyle çoğu öğrencinin ilk kez karşılaşması nedeniyle, etkinliğin tam olarak anlaşamadığı ve öğretmen desteğiyle bu durumun aşıldığı görülmüştür.

3.4. Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular

Araştırmaya katılan öğrenciler arasından rastgele seçilen 8 öğrenciyle ve 3 uygulama öğretmeniyle yürütülen yarı yapılandırılmış mülakatlardan elde edilen bulgular bu başlık altında sunulmuştur. Mülakatlara genel lise grubundan 3 (2 kız, 1 erkek), Anadolu Lisesi grubundan 3 (2 kız, 1 erkek) ve teknik lise grubundan 2 (2 erkek) öğrenci katılmıştır. Verilerin sunumunda araştırmacı, öğretmen ve öğrencilerin gerçek isimleri gizili tutulduğu için aşağıdaki gösterimler kullanılmıştır:

Araştırmacı: A

Genel lise öğretmeni: GLÖ Anadolu Lisesi öğretmeni: ALÖ Teknik Lise Öğretmeni: TLÖ
Genel lise 1. kız öğrenci: GKÖ1 Anadolu Lisesi 1. kız öğrenci: AKÖ1 Teknik lise 1. erkek öğrenci: TEÖ1
Genel lise 2. kız öğrenci: GKÖ2 Anadolu Lisesi 1. kız öğrenci: AKÖ2 Teknik lise 2. erkek öğrenci: TEÖ2
Genel lise erkek öğrenci: GEÖ Anadolu Lisesi erkek öğrenci: AEÖ

3.4.1. Öğrenci Mülakatlarından Elde Edilen Bulgular

Öğrencilerle gerçekleştirilen mülakatlar iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde, enerji konusuyla ilgili kavramsal yapılarını belirlemeye yönelik olarak, öğrencilere uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında sorular yöneltilmiştir. İkinci bölümde ise uygulanan materyaller ve uygulama süreci ile ilgili sorular sadece uygulama sonrası yöneltilmiştir. Aşağıda her iki bölümden elde edilen bulgular ayrı ayrı sunulmuştur.

3.4.1.1. Kavramsal Gelişime Yönelik Mülakatlara İlişkin Bulgular

Öğrencilerle enerji konusundaki kavramsal yapıları belirleyebilmek amacıyla yürütülen yarı yapılandırılmış mülakatlarda toplam 12 soru yöneltilmiştir. Verilerin sunumunda, her bir soru için verilen cevaplar kategorilere ayrılarak, ön ve son mülakattaki öğrenci görüşlerinin daha açık bir şekilde fark edilebilmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Bu sayede, öğrencilerde başlangıçta var olan alternatif düşüncelerin, giderilme, devam etme ya da yeni alternatif düşüncelerin oluşma durumu da incelenmeye çalışılmıştır.

Soru 1: İş kavramını tanımlayabilir misin? İş deyince aklına neler geliyor? Günlük hayatta kullanılan iş’le fiziksel anlamdaki (fizik dersinde öğrendiğin) iş arasında farklılık var mı?

Öğrencilerin iş kavramı hakkındaki düşüncelerini belirlemeye yönelik olarak yöneltilen birinci mülakat sorusunun odağını öğrencilerin kavramı tanımlamaları oluşturmaktadır. Bunun devamında yöneltilen destekleyici sorular ise günlük hayattaki ve fiziksel anlamdaki iş kavramının farklılığını belirlemeye yöneliktir. Öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplar, üç kategoriye ayrılarak Tablo 59’da sunulmuştur.

Tablo 59. Öğrencilerin iş kavramıyla ilgili mülakat sorusuna verdikleri yanıtlardan elde edilen bulgular

Öğrenciler	Kategoriler					
	Kavramın tanımı		İlişkili Kavramlar		Farklılık	
	ÖM	SM	ÖM	SM	ÖM	SM
GKÖ1	Yapmakla sorumlu olduğumuz şeyler	Enerji harcayarak yapılan eylemler	Günlük işler	Hareket Kuvvet	Yok	Var
GKÖ2	Çalışılan şeyler	Kuvvet uygulayarak enerji harcamak	Çalışmak	Çantayı yerden kaldırmak	Yok	Var
GEÖ	Enerji ile ilgili bir şey	Kuvvet uygulayarak bir şeyi hareket ettirmek	Yorulmak, enerji harcamak	Arabayı çeken at	Var	Var
AKÖ1	Kuvvet uygulayarak bir şeyi hareket ettirmek	Kuvvet uygulayarak bir şeyi yol aldirmek	Hareket Kuvvet	Hareket Kuvvet	Var	Var
AKÖ2	Günlük yaptığımız şeyler	Enerji harcayarak cismi kuvvet yönünde hareket ettirmek	Ev işleri	Kuvvet, enerji, yön	Yok	Var
AEÖ	Çalışılan şeyler	Kuvvet uygulayarak bir şeyi hareket ettirmek	Bir yeri kazmak, odun kesmek	Bir şeyi bir yere götürmek	Yok	Var
TEÖ1	Bir şeye kuvvet uygulamak	Bir şeye kuvvet uygulayarak yol aldirmek	Kuvvet	Enerji, Kuvvet, Hareket	Var	Var
TEÖ2	Çalıştığımız şeyler	Kuvvet uygulayarak yapılan olay	Çalışmak	Harcadığım enerji	Yok	Yok

ÖM: Ön mülakatta verilen yanıtlar, SM: Son mülakatta verilen yanıtlar

Tablo 59'a bakıldığında, işle ilgili tanımlamalarda, ön mülakatta öğrencilerin üçünün beklenen fiziksel tanıma yakın yanıtlar verdikleri görülmüştür. Tüm öğrenciler, iş konusunu ilköğretim 7. sınıfta görmelerine rağmen, üç öğrenci kavramın tanımını kısmen hatırlayabilmiştir. Diğer beş öğrenci ise ön mülakatta günlük hayattaki iş kavramını tanımlamıştır. Son mülakatta ise öğrencilerin neredeyse tamamı fiziksel anlamdaki iş kavramının beklenen tanımına yakın yanıtlar vermiştir. Öğrencilerin, iş kavramıyla ilişkili kavramları, verdikleri tanıma uygun şekilde açıkladıkları belirlenmiştir. Son mülakatta genel olarak öğrencilerin iş kavramını; kuvvet, hareket ve enerji kavramlarıyla ilişkilendirdikleri görülmüştür.

Öğrencilerin günlük hayattaki işle fiziksel anlamdaki iş arasında fark olup olmadığına dair görüşleri farklılık kategorisinde ele alınmıştır. Ön mülakatta sekiz öğrencinin üçü fark var beşi fark yok şeklinde görüş belirtmesine karşın, son mülakatta sadece bir öğrenci fark yok demiştir.

AKÖ2, bu soruya şu şekilde yanıt vermiştir:

AKÖ2: Bana göre iş, enerji harcayarak bir cismi kuvvet yönünde hareket ettirmektir. Zaten, işi kuvvet çarpı yol şeklinde öğrendik. Bu nedenle iş deyince kuvvet ve enerji aklıma geliyor. Günlük hayatta kullanılan işle fiziksel iş arasında fark vardır elbette. Mesela bir duvarı sabahtan akşama kadar bütün gücümüzle itsek, hareket ettiremeyiz ama çok enerji harcarız. Bu fiziksel olarak iş sayılmıyor.

Günlük hayattaki işle fiziksel anlamda kullanılan iş kavramı arasında fark olmadığını belirten TEÖ2'nin bu soruya yanıtı dikkat çekicidir:

TEÖ2: İş, kuvvet uygulayarak yapılan olaydır. Kuvvet uygulandığı için de enerji harcanır. Bence günlük hayattaki işle fiziksel iş arasında fark yoktur. Çünkü günlük işlerde de biz enerji harcarız. Zaten okulda işle ilgili verilen örnekler de günlük hayattan. O yüzden fark yok.

Soru 2: Enerjiyi tanımlayabilir misin? Enerji deyince aklına neler geliyor?

Öğrencilerin enerji kavramı hakkındaki düşüncelerini belirlemeye yönelik olarak yöneltilen ikinci mülakat sorusunun odağını, öğrencilerin kavramı kendi cümleleriyle tanımlamaları oluşturmuştur. Bu sorusunun destekleyicisi ise kavramla ilgili çağrışımları içermektedir. Soruya verilen yanıtlardan elde edilen bulgular iki kategoride analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 60'da sunulmuştur.

Tablo 60. Öğrencilerin enerji kavramıyla ilgili mülakat sorusuna verdikleri yanıtlardan elde edilen bulgular

Öğrenciler	Kategoriler			
	Kavramın tanımı		İlişkili Kavramlar	
	ÖM	SM	ÖM	SM
GKÖ1	Bir tür güçtür	İş yapabilme yeteneğidir	Güç, kuvvet	İş, kuvvet, kinetik
GKÖ2	-	Besinlerden aldığımız güçtür	Enerji tasarrufu	Güç
GEÖ	-	Bir maddeye karşı harcadığımız güçtür	-	Kuvvet, Güç
AKÖ1	İş yapabilme yeteneğidir	Maddede var olan iç güç	İş, kuvvet	Elektrik, kinetik, potansiyel
AKÖ2	-	İş yapabilme miktarıdır	Canlılık	İş, kuvvet
AEÖ	İş yapabilme yeteneğidir	Her türlü iş yapmak için gerekli olan şeydir	İş, kuvvet	İş, kuvvet
TEÖ1	İş yapabilme için gereken kuvvet	Her türlü iş yapmak için gerekli olan şeydir	İş, hareket	İş, kuvvet, hareket, canlılık
TEÖ2	Bir tür kuvvettir	İş yapabilme yeteneğidir	Kuvvet	İş, kuvvet, hareket, elektrik

ÖM: Ön mülakatta verilen yanıtlar, SM: Son mülakatta verilen yanıtlar

Tablo 60'dan, ön mülakatta üç öğrencinin enerji kavramını iş yapabilme yeteneği olarak tanımladıkları, diğer öğrencilerin kavramı tanımlamakta güçlük çektikleri görülmüştür. Son mülakatta ise beş öğrencinin enerjiyi iş kavramı üzerinden tanımladığı, bir öğrencinin “maddede var olan iç güçtür” şeklinde tanımlayarak daha genel bir tanım yapmaya çalıştığı, bir öğrencinin “besinlerden alınan güç” olarak açıkladığı ve bir öğrencinin ise “maddeye karşı harcadığımız güçtür” şeklinde bir tanımlama yaptığı görülmektedir.

Öğrencilerin enerji ile ilişkilendirdikleri kavramlara bakıldığında ön mülakatta iş, kuvvet ve güç'ün yoğunlukta olduğu görülmüştür. Son mülakatta ise yaklaşık olarak tüm

öğrenciler enerjiyi; iş, kuvvet, hareket ve güç kavramlarıyla ilişkili bulmuşlardır. Bunun yansıra iki öğrenci kinetik ve potansiyel enerjiden, bir öğrenci ise elektrik enerjisinden söz etmiştir. Bu soruya GEÖ ve AKÖ2 şöyle yanıt vermiştir:

GEÖ: Enerji bir maddeye karşı harcadığımız güçtür. Enerji deyince aklıma iş yapabilme ve iş yapınca harcanan güç, kuvvet gibi şeyler geliyor.

AKÖ2: Bana göre enerji iş yapabilme miktarıdır. Enerji denilince aklıma iş yapabilme için gerekli olan güç geliyor. Örneğin bir çantayı kaldırabilmek için bir kuvvet uygulamamız gerekir, işte bu kuvvet enerjiden gelir.

Soru 3: Bildiğin enerji türlerini söyler misin?

Öğrencilerin, enerji türlerine yönelik algılarını belirlemek için “bildiğin enerji türlerini söyler misin?” şeklindeki üçüncü mülakat sorusu yöneltilmiştir. Öğrencilerin ön mülakat ve son mülakatta verdikleri yanıtlardan elde edilen bulgular Tablo 61’de özetlenmiştir.

Tablo 61. Öğrencilerin belirttikleri enerji türleri

Öğrenciler	Enerji Türleri										
	Kinetik	Potansiyel	Mekanik	Elektrik	Güneş	Kimyasal	Jeotermal	Nükleer	Rüzgâr	Isı	Işık
GKÖ1	√*			√	√		√	√	√	√	√
GKÖ2	√	√			√	√				√	√
GEÖ	√*	√	√	√*	√				√		
AKÖ1	√*	√*			√	√			√	√	√
AKÖ2	√*	√*		√	√		√	√		√	
AEÖ			√*		√	√	√	√*	√		
TEÖ1	√*	√*	√	√*	√	√		√			
TEÖ2	√	√		√*							

√: Son mülakatta belirtilen enerji türü, √*: Hem ön hem de son mülakatta belirtilen enerji türü

Tablo 61’e göre öğrencilerin ön mülakatta belirttikleri enerji türleri sırasıyla; kinetik enerji (5), potansiyel enerji (3), elektrik enerjisi (3), mekanik enerji (1) ve nükleer enerjidir (1). Son mülakatta ise diğer enerji türlerinden de söz etikleri görülmüştür. Bunlar: Kinetik enerji (7), güneş enerjisi (7), potansiyel enerji (6), elektrik enerjisi (5), kimyasal enerji (4) ve ısı enerjisi (4), nükleer enerji (4), rüzgâr enerjisi (4), jeotermal enerji (3), ışık enerjisi (3), mekanik enerji (3)’dir.

Soru 4: Sence enerji harcanarak (tüketilerek) yok olabilir mi? Örneğin salıncakta sallanan bir çocuk ya da ayağınla vurduğun bir top niçin bir süre sonra durur? Bu olayları enerjinin harcanmasıyla ilişkilendirebilir misin?

Öğrencilerin enerjinin korunumu ile ilgili algılarını ortaya koymak amacıyla dördüncü mülakat sorusu öğrencilere yöneltilmiştir. Öğrenciler bu soruda günlük hayattan bir bağlam yardımıyla yanıt verebilmeleri ve ilk belirttikleri durumu bir örnek üzerinden açıklayabilmeleri için salıncakta sallanan çocuk ve ayakla vurulan top örnekleri, destekleyici sorular olarak yöneltilmiştir. Bu soruda öğrenciler ilk olarak enerjinin yok olmasıyla ilgili görüş bildirmişler, daha sonra verilen örneklerdeki durumu açıklamaya çalışmışlardır. Bu nedenle elde edilen bulgular üç kategoride değerlendirilmiştir (Tablo 62).

Tablo 62. Öğrencilerin sürtünmeye harcanan enerjiyle ilgili mülakat sorusuna verdikleri yanıtlardan elde edilen bulgular

Öğrenciler	Kategoriler					
	Enerjinin Yok Olma Durumu		Salıncakta Sallanan Çocuk Örneği		Ayakla Vurulan Top Vurulan Örneği	
	ÖM	SM	ÖM	SM	ÖM	SM
<i>GKÖ1</i>	Enerji harcadığı için biter	Enerji harcanarak yok olmaz	-	Hareket enerjisi durunca potansiyele dönüşür	-	-
<i>GKÖ2</i>	Enerji tüketilebilir	Enerji tüketilebilir	-		-	Enerji sürtünmeyle karşılaştığında yok olur
<i>GEÖ</i>	Enerji harcadığı için biter	Enerji doğada hiçbir zaman kaybolmaz	-	Enerji sürtünmeyle ısıya dönüşür	-	-
<i>AKÖ1</i>	Enerji harcayarak yok olmaz	Enerji harcayarak yok olmaz	-	Hava sürtünmesiyle ısıya dönüşür	-	Sürtünmeyle ısıya dönüşür
<i>AKÖ2</i>	Enerji kaybolmaz sadece dönüşür	Enerji kaybolmaz sadece dönüşür	-		-	Vurduğumuzda hareket eder, sürtünme nedeniyle durur
<i>AEÖ</i>	Enerji yok olmaz	Enerji yok olmaz dönüşür	-	Hava sürtünmesiyle ısıya dönüşür	-	-
<i>TEÖ1</i>	Enerji tüketilebilir	Enerji yok olmaz	-	-	-	Enerji değişir, sürtünmeyle durur
<i>TEÖ2</i>	Enerji tüketilebilir	Enerji bitmez	-	-	-	Vurduğumuzda kuvvet uygularız, kuvvet bitince durur

ÖM: Ön mülakatta verilen yanıtlar, SM: Son mülakatta verilen yanıtlar

Tablo 62’den görüldüğü gibi, “sence enerji tüketilerek yok olabilir mi?” sorusuna verilen yanıtlar, “Enerjinin yok olma durumu” kategorisinde değerlendirilmiştir. Ön mülakatta üç öğrenci bu soruya “enerji yok olmaz veya kaybolmaz” şeklinde yanıt verirken beş öğrenci “enerji tüketilebilir veya harcadığı için biter” şeklinde alternatif düşünce belirtmiştir. Son mülakatta yedi öğrenci enerjinin yok olmayacağını, dönüşeceğini belirttiği görülmüştür.

Ön mülakatta yer verilmemesine karşın, son mülakatta yöneltilen salıncakta sallanan çocuk ve ayakla vurulan top örnekleri, öğrencilerin belirttikleri durumu açıklayabilmeleri açısından önem taşımaktadır. Salıncakta sallanan çocuk örneğinde üç öğrenci, “enerji yok olmaz” şeklinde belirttikleri durumu, “enerji sürtünmeyle ısıya dönüşür” ifadesiyle açıklayabilmiştir. Ancak bir öğrenci, çocuğun hareket halindeyken kinetik enerjisi olduğunu, durunca bunun potansiyel enerjiye dönüştüğünü söyleyerek alternatif düşünce ortaya koymuştur. Açıklamalarını “ayakla vurulan top” örneği üzerinden yapan beş öğrenciden üçü, “enerji sürtünme ile ısıya dönüştüğü için top durur” şeklinde açıklamıştır. Bir öğrenci “vurduğumuzda kuvvet uygularız, kuvvet bitince durur” ve bir öğrenci de “enerji sürtünme ile karşılaştığında durur” şeklinde alternatif düşünce belirtmiştir.

Bu soruya yönelik son mülakatta GKÖ2 ve AKÖ2'nin görüşü aşağıda verilmiştir:

GKÖ2: Bence enerji harcadığı için tüketilebilir. Çünkü bizler enerjiyi vücudumuza aldığımız besinlerden sağlarız. Eğer harcadığımız enerji, bizim enerjimizden fazlaysa enerji yok olur. Topa vurduğumuzda enerji sürtünme ile karşılaştığından yok olur.

AKÖ2: Enerji asla yok olmaz ama bir türden başka bir türe dönüşebilir. Ayağımızla topa vurduğumuzda onun hareket etmesini sağlarız. Hareket olduğu için enerji de vardır. Fakat durduğunda enerjisi bitti demek yanlış olur. O enerji ısıya dönüşmüştür.

Soru5: Sence enerji bir türden diğer bir türe dönüşebilir mi? Birkaç örnek verir misin?

Soru 6: Peki enerji dönüşmeden aktarılabilir mi? Buna örnek verebilir misin? Enerji dönüşümü ve enerji aktarımı arasında fark var mı?

Beşinci mülakat sorusu enerji dönüşümü, altıncı mülakat sorusu ise enerji aktarımı ile ilgili olduğu için bu iki sorunun birbiriyle ilişkili olduğu söylenebilir. Bu nedenle bu soruların aynı başlık altında değerlendirilmesinin uygun olabileceği düşünülmüştür. Soruların birlikte ele alınmasıyla, öğrencilerin verdikleri yanıtlar dört kategoriye ayrılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 63'te yer almaktadır.

Tablo 63 incelendiğinde, “enerji dönüşebilir mi?” sorusuna ön mülakatta beş öğrencinin “dönüşebilir” şeklinde yanıt verdiği, üç öğrencinin ise emin olmadıkları için yanıt vermekten kaçındığı görülmüştür. Bu öğrencilerden dönüşüme örnek vermeleri istendiğinde dört öğrencinin uygun örnekler verdiği, bir öğrencinin ise (GEÖ), hareketsiz topun potansiyel enerjisi olduğunu düşündüğü belirlenmiştir. Buna karşın son mülakatta

tüm öğrenciler “enerji dönüşebilir şeklinde yanıt vererek, gerçek hayattan enerji dönüşümüne uygun örnekler de göstermişlerdir.

Tablo 63. Öğrencilerin enerjinin dönüşümü ve aktarımına ilişkin mülakat sorularına verdikleri yanıtlardan elde edilen bulgular

Öğrenciler	Kategoriler							
	Enerji Dönüşümü		Dönüşüme Örnek		Enerji Aktarımı		Aktarım Örnek	
	ÖM	SM	ÖM	SM	ÖM	SM	ÖM	SM
GKÖ1	Dönüşür	Dönüşür	Çatıdan düşen kiremit potansiyelden kinetiğe	Güneş pilinde, güneş enerjisi elektriğe dönüşür	Aktarılamaz	Aktarılabilir	-	Çay bardağının içindeki kaşığın ısınması
GKÖ2	-	Dönüşür	-	Duvarda asılı duran bir saat düşerse potansiyel kinetiğe	-	Aktarılabilir	-	Sıcak çay bardağının elimizi yakması
GEÖ	Dönüşür	Dönüşür	Top dururken potansiyel vurunca kinetiğe dönüşür	Arabalarda yakıttaki kimyasal enerjinin kinetik ve ısıya dönüşmesi	Aktarılabilir	Aktarılabilir	Topa vurduğumuzda enerji aktarmış oluruz	Bilardo topunun diğer topu harekete geçirmesi
AKÖ1	Dönüşür	Dönüşür	Ampulde elektrik ısı ve ışığa dönüşür	Mutfak robotunda elektrik ısı ve harekete dönüşür	Aktarılabilir	Aktarılabilir	Sıcak bir cismi tuttuğumuzda elimizin yanması	Sıcak bir cismi tuttuğumuzda elimizin yanması
AKÖ2	Dönüşür	Dönüşür	Barajda potansiyel elektriğe dönüşür	Saç kurutma makinesinde elektrik ısıya dönüşür	Aktarılabilir	Aktarılabilir	-	Bilmiyorum
AEÖ	-	Dönüşür	-	Mikserde elektrik kinetiğe dönüşür	-	Aktarılabilir	-	Sıcaklıkları farklı iki sıvıyı karıştırdığımızda ısı aktarımı olur
TEÖ1	Dönüşür	Dönüşür	Arabada benzin kinetiğe dönüşür	Yerdeki topu havaya attığımızda kinetik potansiyele dönüşür	Aktarılamaz	Aktarılabilir	-	Isıtılmış bir demiri elimizle tuttuğumuzda elimize ısı aktarımı olur
TEÖ2	-	Dönüşür	-	Odunu yakınca ısı enerjisine dönüşür	-	Aktarılabilir	-	Bilmiyorum

ÖM: Ön mülakatta verilen yanıtlar, SM: Son mülakatta verilen yanıtlar

“Enerji aktarılabilir mi?” sorusuna ise ön mülakatta üç öğrencinin “aktarılabilir” şeklinde yanıt verdiği ve bunlardan sadece birinin (AKÖ1) aktarıma uygun bilimsel bir örnek verebildiği görülmüştür. Son mülakatta ise tüm öğrenciler “enerji aktarılabilir” yanıtını vermişlerdir. Buna örnek vermeleri istendiğinde altı öğrenci uygun örnek verebilmiştir. İki öğrenci ise “bilmiyorum” cevabını vermiştir. “Bilmiyorum” cevabını

veren öğrenciler, enerji dönüşümü ve enerji aktarımı arasındaki farkı açıklayabilmelerine karşın enerji aktarımına uygun örnek bulamamışlardır. Bu öğrencilerden TEÖ2'nin son mülakatta görüşleri şöyledir:

TEÖ2: Enerji tabii ki dönüşebilir. Mesela odunu veya kömürü yaktığımızda ısınırız, yani ısı enerjisi elde ederiz. Ortada bir enerji var. ...enerji aktarılabilir, derste bunu öğrendik, enerji dönüşümü, enerjinin bir türden başka bir türe dönüşmesiydi, aktarımda ise enerji olduğu gibi değişmeden geçiyor. ...örnek aklıma gelmiyor, bilmiyorum.

Enerji aktarımına ve enerji dönüşümüne uygun örnekler veren öğrencilerin, iki durum arasındaki farkın kavrayabildikleri, verdikleri örneklerden anlaşılmaktadır. GKÖ2'nin bu soruya yanıtı şu şekildedir:

GKÖ2: Enerji dönüşümüyle enerji aktarımı farklıdır. Duvarda asılı duran saat (saati göstererek) potansiyel enerjiye sahiptir. Çivi kırılırsa saat yere düşecektir. Ve kinetik enerji kazanacaktır. Yani kinetik enerjiye dönüşecektir. ...aktarım ise maddenin sahip olduğu enerjiyi başka bir cisme vermesidir. Örneğin sıcak çayın içinde duran çay kaşığı bir süre sonra ısınır. Yani kaşığa ısı aktarılmış olur.

Soru 7: Günlük yaşamımızda güçlü insan ya da güçlü araba gibi ifadeler kullanırız. Bunlardan ne anlıyorsun?

Soru 8: Fiziksel anlamda güç'ü tanımlayabilir misin?

Soru 9: Aynı işte kullanılan iki farklı araçtan (örneğin bir inşaatta yükleri yukarıya çıkaran iki vincin) hangisinin daha güçlü olduğunu belirleyebilmek için araçların hangi özelliklerine bakman gerekir?

Öğrencilerin güç kavramıyla ilgili düşüncelerini belirlemek için 7., 8. ve 9. mülakat soruları yöneltilmiştir. Bu sorularda ilk olarak öğrencilerin günlük hayattaki güç algıları ve güçle ilişkili kavramları irdelenmiş, daha sonra fiziksel anlamda gücü tanımlamaları istenmiştir. Son olarak ta fiziksel anlamda gücün bağlı olduğu değişkenlere yönelik öğrencilerin düşüncelerini belirlemek için vinç örneği kullanılmıştır. Birbiriyle ilişkili olan bu üç soru birlikte değerlendirilmiş ve analiz sonuçları Tablo 64'te sunulmuştur.

Tablo 64. Öğrencilerin güç kavramına ilişkin mülakat sorularına verdikleri yanıtlardan elde edilen bulgular

Öğrenciler	Kategoriler					
	Günlük Hayatta Güç Algısı		Kavramın Tanımı		Gücün Değişkenleri	
	ÖM	SM	ÖM	SM	ÖM	SM
GKÖ1	Kuvvetli insan	Güçlü insan az enerjiyle kısa zamanda iş yapabildir	Kuvvetli demek güçlü demektir	Birim zamanda yapılan iş	Kaldırılan yükün ağırlığı	Birim zamanda harcanan enerjiye
GKÖ2	Kuvvetli insan	Daha kuvvetli olan daha güçlüdür	Bir tür kuvvettir	Birim zamanda yapılan iş	Kaldırılan yükün büyüklüğü	Aynı yükü kaldırma süresine
GEÖ	Kuvvetli insan	Enerjisi fazla olan kişi güçlüdür	Bir iş yapılırken harcanan enerjidir	Birim zamanda yapılan iş	Motor gücü	Aynı sürede yapılan iş miktarına
AKÖ1	Aynı işi daha kısa sürede yapan insan	Bir yükü daha kısa sürede taşıyan	Birim zamanda yapılan iş	Birim zamanda yapılan iş	Yükü kaldırma hızı	Aynı yükü kaldırma süresine
AKÖ2	Kuvvetli insan	Güçlü insan çok ağır yükleri kaldırabilir	-	Birim zamanda yapılan iş	Kaldırılan yükün ağırlığı	Aynı sürede yapılan iş miktarına
AEÖ	Kuvvetli insan	Kavga eden iki insandan güçlü olan diğerini döver	Güçlü olan diğerlerine üstün gelir	Aynı işi daha hızlı yapan daha güçlüdür	Kaldırılan yükün ağırlığı	Aynı yükü kaldırma süresine
TEÖ1	Kuvvetli insan	Daha kuvvetli olan daha güçlüdür	Kısa zamanda iş yapmaktır	Aynı işi daha hızlı yapan daha güçlüdür	Kaldırılan yükün ağırlığı	Aynı yükü kaldırma süresine
TEÖ2	Kuvvetli insan	Kası olan insan güçlüdür	-	Bir işin yapılması zaman harcanması	Motor gücü	Aynı yükü kaldırma süresine

ÖM: Ön mülakatta verilen yanıtlar, SM: Son mülakatta verilen yanıtlar

Tablo 64'ten görüldüğü gibi, öğrencilerin ön mülakatta günlük hayattaki güç algıları, kuvvet kavramıyla aynıdır. Yani günlük hayatta güç yerine kuvvet, kuvvet yerine de güç kullanılmaktadır. Bu durum ön mülakattaki öğrencilerin güç kavramını tanımlamalarında da benzer şekilde ortaya çıkmıştır. İki öğrenci (AKÖ1, TEÖ1) gücü fiziksel anlamdaki güç olarak tanımlamışlar ve bir öğrenci enerji ile ilişkilendirmeye çalışmıştır. Diğer öğrencilerden üçü kuvvetle eş anlamlı olarak tanımlamış ve iki öğrenci de hiçbir tanımlama yapamamıştır.

Son mülakatta ise, bir öğrenci dışında (AKÖ1), tüm öğrenciler güç kavramını günlük hayatta yine kuvvet kavramıyla eş değer düşünmüşlerdir. Ancak son mülakatta, fiziksel anlamdaki güç kavramının, günlük hayattakinden farklı olduğunun farkına vardıkları görülmüştür. Tüm öğrenciler, fiziksel anlamdaki gücün tanımını, beklendiği şekilde “birim zamanda yapılan iş” olarak açıklamışlardır.

Öğrencilerin güç kavramına yönelik verdikleri tanımları uygulamaya dönük olarak, kavramın bağlı olduğu değişkenlerle açıklamaları için vinç örneği kullanılmıştır. “İki farklı vinçten hangisinin daha güçlü olduğunu nasıl anlarsın?” sorusuna, ön mülakatta dört öğrenci kaldırılan yükün ağırlığına, iki öğrenci vincin motor gücüne ve bir öğrenci yükün büyüklüğüne bakarım şeklinde yanıt vermiştir. Bir öğrenci ise yükün kaldırma hızına

bakarım demiştir. Son mülakatta ise neredeyse tüm öğrenciler, “aynı işi yapma süresine veya aynı sürede yaptığı iş miktarına bakarım” demiştir. Yani öğrenciler son mülakatta, bir vincin gücünü belirleyen değişkenleri, yaptığı iş ve iş yapma süresi olarak açıklamışlardır. Bu sorulara yönelik bazı öğrencilerin görüşleri şu şekildedir:

AEÖ: Günlük hayatta güç deyince, iki insanın kavga ederek birinin diğerini dövmesi aklıma geliyor. Tabi, döven daha güçlüdür. Ancak fiziksel anlamda güç daha farklı. Orda, aynı işi daha kısa sürede yapan daha güçlü oluyor...bence vincin gücü hızına bağlıdır. Aynı yükü daha hızlı kaldıran daha güçlü olur.

AKÖ1: Fizikteki güçlü insan aynı işi daha kısa zamanda yapan için kullanılır. Ama günlük hayatta güçlü insan daha ağır yükleri taşıyabilen birisi demektir. Fizikse anlamda zaman çok önemlidir. ...iki vinçten aynı yükü hangisi daha kısa zamanda yukarı çıkarmış ise o vinç güçlüdür. Yani yük ve zamanla alakalı bir şey.

Soru 10: Durgun bir havada (hava sürtünmesinin ihmal edildiği durumda) yüksek bir binanın tepesinden aşağıya bırakılan bir taşın yere ulaşınca kadar, mekanik enerjisi hakkında neler söyleyebilirsin?

Soru 11: Rüzgârlı bir havada (hava sürtünmesinin ihmal edilmediği durumda) yüksek bir binanın tepesinden aşağıya bırakılan bir taşın yere ulaşınca kadar, mekanik enerjisi hakkında neler söyleyebilirsin?

Korunumlu ve korunumsuz sistemlerde mekanik enerjinin durumuyla ilgili öğrencilerin düşüncelerini belirleyebilmek amacıyla on ve on birinci mülakat soruları yöneltilmiştir. Onuncu soru sürtünmesiz ortamda (korunumlu sistem), on birinci soru ise sürtünmeli ortamda (korunumsuz sistem) serbest düşmeye bırakılan bir taşın mekanik enerjisi hakkındaki öğrenci görüşlerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Sorular ilişkili olduğundan dolayı, analizleri de birlikte yapılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 65’de verilmiştir.

Tablo 65’e göre, sürtünmesiz ortamda serbest düşmekte olan cismin mekanik enerjisi hakkında (korunumlu sistemde), ön mülakatta bir öğrenci dışında (AKÖ1), tüm öğrencilerin “bilmiyorum” şeklinde ya da alternatif düşünce içeren yanıtlar verdikleri görülmüştür. Ancak son mülakatta yedi öğrencinin “mekanik enerji değişmez ya da korunur” şeklinde düşüncesini belirttiği ortaya konulmuştur. Bir öğrenci ise (TEÖ2), “kinetik enerjisi arttığı için mekanik enerjisi de artar” ifadesini belirtmiştir.

Tablo 65. Öğrencilerin enerjinin korunumu ile ilgili mülakat sorularına verdikleri yanıtlardan elde edilen bulgular

Öğrenciler	Kategoriler			
	Korunumlu Sistemde Serbest Düşen Cisim		Korunumsuz Sistemde Serbest Düşen Cisim	
	ÖM	SM	ÖM	SM
GKÖ1	Potansiyel azalır Kinetik değişmez	Potansiyel kinetiğe dönüşür	Bilmiyorum	Potansiyel kinetiğe dönüşür, rüzgâr sadece yavaşlatır
GKÖ2	Potansiyel ve kinetik azalır	Mekanik enerji değişmez	Daha yavaş düşer, mekanik enerji azalır	Sürtünme olduğundan mekanik enerji azalır
GEÖ	Bilmiyorum	Mekanik enerji korunur	Bilmiyorum	Mekanik enerji korunmaz
AKÖ1	Kinetik artarken potansiyel azalır	Mekanik enerji değişmez	Kinetik artarken potansiyel azalır sürtünme yavaşlatır	Sürtünme olduğundan mekanik enerji azalır
AKÖ2	Kinetik arttığından mekanik enerjide artar	Mekanik enerji aynı kalır	Kinetik arttığından mekanik enerjide artar	Sürtünme olduğundan mekanik enerji azalır
AEÖ	Bilmiyorum	Mekanik enerji aynı kalır	Bilmiyorum	Potansiyelin hepsi kinetiğe dönüşmez, sürtünmeye harcanır
TEÖ1	Kinetik arttığından mekanik enerjide artar	Mekanik enerji değişmez	Bilmiyorum	Potansiyelin hepsi kinetiğe dönüşmez, sürtünmeye harcanır
TEÖ2	Bilmiyorum	Kinetik enerji arttığından mekanik enerjisi artar	Bilmiyorum	Mekanik enerji yavaş artar

ÖM: Ön mülakatta verilen yanıtlar, SM: Son mülakatta verilen yanıtlar

Sürtünmeli ortamda serbest düşmekte olan cismin mekanik enerjisi hakkında (korunumsuz sistemde), ön mülakatta beş öğrenci “bilmiyorum” şeklinde yanıt vermiş, bir öğrenci “daha yavaş düşer, mekanik enerji azalır” bir öğrenci “kinetik artarken potansiyel azalır sürtünme yavaşlatır” ve bir öğrenci “kinetik arttığından mekanik enerji de artar” demiştir. Buna karşın son mülakatta altı öğrenci mekanik enerjinin sürtünme nedeniyle korunmayacağını belirtmiştir. Bir öğrenci (GKÖ1) rüzgârın sadece cismi yavaşlatacağını, bir öğrenci (TEÖ2) ise mekanik enerjinin rüzgâr nedeniyle artacağını belirttiği görülmüştür. Bu iki öğrencinin düşünceleri alternatif düşünce olarak ele alınabilir. Bu sorulara yönelik bazı öğrencilerin son mülakattaki görüşleri şu şekildedir:

GKÖ1: Taş binanın tepesindeyken potansiyel enerjiye sahiptir. Hava durgun olduğundan aşağıya düşerken hızından dolayı kinetik enerjiye, yere düştüğünde ise konumundan dolayı tekrar potansiyel enerjiye sahip olur. Rüzgârlı havada da buna benzer durum olur, ancak burada rüzgâr olduğundan yine dönüşüm olur fakat daha yavaş düşer. Sonuçta yine kinetik enerjiye dönüşür.

GKÖ2: ... potansiyel enerji kinetik enerjiye çevrilir. Taş tepede durgunken, düşerken hız kazanır. Ancak toplam mekanik enerjisi değişmez. İkinci durumda sürtünme vardır. Taş ilk durumdaki gibi hız kazanamaz çünkü rüzgâr etkileyecektir. Enerjisinin bir kısmı sürtünmeye gider.

Soru 12: Günlük hayatta verim sözcüğünü sık sık kullanırız. Verimli makine ya da verimsiz makine kavramlarından ne anlıyorsun?

Öğrencilerin verim kavramıyla ilgili görüşlerini belirlemek amacıyla on ikinci mülakat sorusu öğrencilere yöneltilmiştir. Soruda öğrencilerden, verimli ya da verimsiz makine gibi kavramlardan yola çıkarak verimi açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerin görüşleri Tablo 66’da verilmiştir.

Tablo 66. Öğrencilerin verim kavramına ilişkin mülakat sorusuna verdikleri yanıtlardan elde edilen bulgular

Öğrenciler	Verim Kavramına İlişkin Görüşler	
	ÖM	SM
GKÖ1	Verimli bize daha faydalı olandır	Verimli makine işini doğru, yanlışsız yapandır
GKÖ2	Verimli, tasarruflu anlamındadır	Yapılan işin harcanan enerjiye oranıdır
GEÖ	Daha aza enerji harcamaktır	Az yakıtla (enerjiyle) daha çok iş yapandır
AKÖ1	Enerji verip iş elde etme	Yapılan iş, harcanan enerjiye ne kadar yakınsa, o kadar verimli olur
AKÖ2	Bize kâr sağlayan verimlidir	Az enerji harcayan verimlidir
AEÖ	Verimli olan daha az enerji harcıyandır	Aynı işi daha az enerji harcayarak yapan verimlidir
TEÖ1	Verimli olan faydalı olandır	Az enerji harcayarak, daha çok iş yapmaktır
TEÖ2	İşini daha iyi yapan verimlidir	Makinenin sağladığı yararadır, yakıtını işe dönüştürmesi

ÖM: Ön mülakatta verilen yanıtlar, SM: Son mülakatta verilen yanıtlar

Tablo 66 incelendiğinde, ön mülakatta iki öğrencinin (GKÖ1, AKÖ2) verim kavramını fayda, yarar olarak açıkladıkları görülmektedir. Üç öğrenci (GKÖ2, GEÖ, AEÖ) verimi, az enerji harcama ve tasarruf olarak açıklarken, bir öğrenci (TEÖ2) “İşini daha iyi yapan verimlidir” şeklinde görüş belirtmiştir. Bir öğrenci ise (AKÖ1) verimi “enerji verip iş elde etme” olarak açıklamıştır. Buna karşın son mülakatta, yedi öğrenci, verimi verilen enerji ve alınan iş veya elde edilen enerjiyle ilişkilendirdiği belirlenmiştir. Öğrenciler genel olarak “az enerji harcayarak daha çok iş yapan, aynı iş için daha az enerji harcayan” makinenin daha verimli, olduğunu ifade ettikleri ortaya konulmuştur. Bir öğrenci ise “verimli makine işini, doğru ve yanlışsız yapandır” şeklinde görüş bildirerek, fiziksel anlamda verimi kavrayamadığını göstermiştir. Son mülakatta bazı öğrenciler bu konuda şöyle görüş bildirmişlerdir:

GEÖ: Verimli makine az enerji harcayıp, çok iş yapan anlamındadır. Verdiğimiz enerjinin bir kısmı ısıya dönüştüğü için, verdiğimiz enerjiye göre mümkün olduğunca fazla iş yapan makine daha verimlidir... zaten derste verimin yapılan iş bölü verilen enerji olduğunu görmüştük

AEÖ: Verim bana göre bir işi daha tasarruflu yapmaktır. Mesela bir buzdolabı alacaksanız, bir buzdolabı başka bir buzdolabından daha fazla elektrik harcıyor ise verimsizdir, az harcıyor ise verimlidir. İkisi de aynı işi yapıyorlar çünkü.

3.4.1.2. Uygulamaya Yönelik Mülakatlara İlişkin Bulgular

Araştırmada, yukarıda belirtilen kavramsal gelişime ilişkin mülakat yürütülen öğrencilerle, uygulamaların etkililiğini, materyallerin uygulanabilirliğini değerlendirmeye yönelik de mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Bu mülakatlarda elde edilen verilerden, konuyla ilgisi olmayan kısımlar çıkarılmış ve transkripsiyon edilerek aşağıda sunulmuştur.

- A: Sınıfınızda enerji ünitesi, ders kitabından değil farklı bir kaynaktan işlendi, bu konuda ne düşünüyorsun? Bu ünite diğerlerinden farklı mıydı sence?
- GKÖ1: Farklıydı, çünkü etkinlikler çok fazlaydı, öğretmenin sürekli tahtaya yazı yazmadı, bizimle ilgilendi.
- GKÖ2: Evet, farklılık vardı. Ben fizik derslerini pek sevmem, bir de çok sıkılırdım. Bu derslerde sanki fizik dersinde değilmişiz gibi, eğlenceli etkinlikler yaptık. Çevremizdeki şeylerden örnekler verdik. Hem eğlendim, hem de öğrendim.
- GEÖ: Güzeldi, konuları daha iyi anlamamı sağladı.
- AKÖ1: Evet, bu dersler çok farklı geçti, hiç sıkılmadım, öğretmenimiz bizlere söz hakkı verdi. Çoğunlukla o sordu biz cevapladık.
- AKÖ2: Elbette farklıydı diğer derslerden. Fiziğin aslında günlük hayatta her yerde var olduğunu gördüm. Ben fizik dersinden biraz korkuyordum. Zor geliyordu bana. Ama bu etkinliklerde zor bir ders olmadığını anladım.
- AEÖ: Öğretmenimiz sürekli bize sorular sordu, bazı etkinliklerde grup çalışması yaptık, hiç sıkılmadık.
- TEÖ1: Fark vardı tabii, eğlenceli etkinlikler yaptık, enerjinin insanlar için ne kadar önemli olduğunu gördüm. Çevremizdeki her şeyde bir tür enerji varmış aslında.
- TEÖ2: Benim için pek farklı değildi, olaylar (olaylar) falan vardı işte, arabalarla ilgili örnekler dışında pek ilgimi çekmedi. Bildiğin fizik işte...

Öğrencilere yöneltilen ilk soruda, sıradan fizik dersleriyle karşılaştırarak uygulamalar hakkındaki düşüncelerini belirtmeleri istenmiştir. Biri (TEÖ2) dışında tüm öğrenciler uygulamaların sıradan fizik derslerinden farklı olduğunu belirtmişlerdir. Öğrenciler, derse aktif olarak katıldıklarını ve öğretmenlerinin sorularla kendilerini düşünmeye sevk ettiğini belirtmişlerdir. Ayrıca günlük hayattan örneklerin öğretimde

kullanılmasının fizik dersine yönelik endişelerini giderdiğini (AKÖ2) ve ilgilerini artırdığını (GKÖ2, AKÖ1) ifade etmişlerdir. Bir öğrenci ise (TEÖ2) uygulamaları etkili bulmadığını ve sadece arabaların kullanıldığı bağlamların ilgi çekici olduğunu vurgulamıştır.

A: Bu ünite konuları anlayabildin mi, etkinliklerin öğrenmene etkisi oldu mu sence?

GKÖ1: Her şey çok açık ve anlaşılırdı. Enerjiyi gözümde canlandıramıyordum ama şimdi çevremden birçok örnek verebilirim enerji ile ilgili.

GKÖ2: Etkinlikler zor değildi, grup olarak yaptıklarımızı tek başıma yapmak istedim. Ama yine de konuları anladım.

GEÖ: Konuları öğrendiğimi düşünüyorum. Tartışmalara katıldım, öğretmenimizin sorduğu soruları cevapladım ve anlattıklarını dinledim.

AKÖ1: Konuları iyi anladığımı düşünüyorum. Zaten derste öğretmenimize anlamadığımız bir yer olduğunda hemen sorduk. Öğrendiklerimizin günlük hayatta karşılığı olduğunu gördük.

AKÖ2: Çok iyi anladım, araştırma ödevlerimi de yaptım zaten.

AEÖ: Daha iyi öğrendiğimi hissettim.

TEÖ1: Anlamadığımız şeyleri öğretmenimize çekinmeden sorduk, etkinlikleri de biz yaptık, böylece konuları daha iyi anladım.

TEÖ2: Enerji aktarımını pek anlamadım. Ama diğerlerini anladım.

Diğer bir mülakat sorusunda, öğrencilere, uygulamaların öğrenmelerine katkısının olup olmadığı sorulmuştur. Öğrencilerin tümü, konuları çok iyi anladıklarını ve öğrendiklerini belirtmişlerdir. Bazı öğrenciler (GKÖ1, AKÖ1), kavramları somutlaştırmada etkinliklerin etkili olduğunu belirtirken, bazıları da (GEÖ, TEÖ1) derse aktif katılımın önemine dikkat çekmiştir.

A: Bu ünite işlenirken beğendiğin ya da beğenmediğin şeyler oldu mu?

GKÖ1: Genel olarak her şeyi beğendim. Etkinlikler güzeldi, ama bazı olaylar sıkıcıydı.

GKÖ2: Her şey güzeldi, etkinlikler sıkıcı değildi, beğenmediğim bir şey yok.

GEÖ: Örnekler güzeldi, genelde etrafta gördüğümüz şeyleri dersin içinde gördük. Beğenmediğim şey, araştırma ödevleriydi, böyle ödevleri yapmayı sevmiyorum.

AKÖ1: Beğenmediğim bir şey olmadı. Etkinlikler, derslere katılmamız, öğretmenimizin bize yaklaşımı güzeldi. Bir de, ders kitabımızın dergi şeklinde olmasını çok beğendim.

AKÖ2: Dediğim gibi her şey güzeldi, keşke bütün dersler böyle işlense.

AEÖ: Güneş arabaları çok ilgimi çekti, beğenmediğim bir şey yoktu. Umarım sonraki üniteleri de bunun gibi işler hocamız.

TEÖ1: Etkinlikleri beğendim, araştırma ödevlerini de. Mesela hibrid otomobilleri araştırmak çok güzeldi. Öyle arabalar olduğunu bu derste öğrendim. Beğenmediğim bir şey olmadı.

TEÖ2: Kitabımızın ince olması taşımamızı kolaylaştırdı, bunu çoğunlukla derslere getirdim.

Son olarak öğrencilere, uygulamaların olumlu ya da olumsuz yanlarıyla ilgili düşünceleri sorulmuştur. Bu konuda öğrencilerin tamamı uygulamaları beğendiğini belirtmiştir. Beğendikleri olumlu yönleri; gerçek yaşam bağlamlarının kullanılması, teknolojik örneklerin yer alması ve kendilerinin derse aktif katılımlarının sağlanması olarak ifade etmişlerdir. Ayrıca iki öğrenci ders materyalinin kitapçık şeklinde olmasını beğendiğini de belirtmiştir. Bir öğrenci kısa olayları sıkıcı bulduğunu, bir öğrenci ise araştırma ödevlerinin verilmesini beğenmediğini, uygulamaların olumsuz yönleri olarak göstermiştir.

3.4.2. Öğretmen Mülakatlarından Elde Edilen Bulgular

Çalışmada, üç deney grubunda materyallerin uygulamasını gerçekleştiren üç fizik öğretmeni ile geliştirilen materyalleri, uygulamaların etkililiğini, materyallerin uygulanabilirliğini değerlendirmeye yönelik mülakatlar yürütülmüştür. Aşağıda bu mülakatlardan elde edilen bulgular, konuyla ilgisi olmayan kısımlar çıkarılmak suretiyle, transkripsiyon edilerek sunulmuştur.

A: Sınıfınızda yaklaşık beş hafta yeni fizik öğretim programına uygun olarak hazırlanan enerji ünitesi işlendi. Yapılan bu uygulamayı nasıl değerlendiriyorsunuz? Öğrencilerinizin öğrenmesine ne gibi katkılar yaptı?

GLÖ: Benim sınıftaki uygulamaların etkili olduğunu düşünüyorum. Konular bizim öğrencilerin seviyesine göre hazırlanmıştı. Öğrenciler zorlanmadan derse katıldılar, ilgiyle dersleri takip ettiler. Bu da başarılarını artırdı. Birçoğu bana “bunun (materyali göstererek) devamı gelecek mi?” diye soruyorlar.

ALÖ: Konular gayet kısa ve özünü içerek şekilde hazırlanmış. Örneklendirmeler güncel ve öğrencinin anlayabileceği şekilde kullanılmış. Etkinlikler sınıf ortamında hazırlanabilecek ve sonuçları değerlendirilebilecek şekilde düşünülmüş. Konu başlarındaki tartışma olayları da öğrencide merak uyandırabilecek, devamında bir tartışma ortamı doğurabilecek şekilde

hazırlanmış. Tüm bunları düşündüğünüzde aslında bize çok iş düşmedi, sadece öğretmen kılavuzunda yazanları uygulamak kaldı...öğrenciler çok ilgilidiler. Bu nedenle, çok verimli bir uygulama oldu.

TLÖ: Öğrenciler etkinlikleri beğendiler ve araştırma konularını zevkle yaptılar. Örnekler, ilgi çekici olduğu için derse aktif olarak katıldılar. Hiç derse katılmayan öğrencilerin bile söz almak istediğini gördüm. Dersteki aktiflikleri öğrenmelerine de yansdı tabii. Bizim öğrencilerimizin seviyesi belirli, onlara derste bir şeyler vermek kolay değil. Bu uygulamalarda çok şey öğrendiler. Kendi adıma söyleyeyim, bana da çok katkısı oldu. Bu sene bize yeni programı verdiler uygula dediler, ancak yeni yaklaşımlarla ilgili hiçbir eğitim vermediler. Sizin yaptığınız seminerde bazı şeyleri daha iyi anladım. Zaten bu uygulamalarla da bunu pekiştirmiş oldum.

Mülakatta, öğretmenlere ilk olarak uygulamayı nasıl değerlendirdikleri sorulmuştur. Tüm öğretmenler, uygulamaların verimli geçtiğini ve öğrencilerin öğrenmelerine önemli katkılar sağladığını belirtmiştir. GLÖ, materyalin öğrenci seviyesine uygun olduğundan söz ederken; ALÖ, etkinliklerin öğrencilerde ilgi ve merak duygusu uyandırdığını ve derse katılımını artırdığını belirtmiştir. TLÖ ise benzer şekilde, öğrencilerin derse aktif katılımını sağladığını ve dolayısıyla öğrenmelerini olumlu etkilediğini ifade etmiştir. Ayrıca TLÖ, uygulamaların kendi mesleki gelişimine de katkı sağladığını bildirmiştir.

A: Yapılan uygulamalar, öğrencilerinizin derse yönelik ilgi ve motivasyonları üzerinde ne gibi etkiler yaptı? Somut örnekler verebilir misiniz?

GLÖ: Seçilen olay ve örneklerin günlük yaşamdan olması öğrencilerin ilgisini çekti. Güneş arabaları ve Bungee Jumping etkinliklerine çok ilgi gösterdiler... materyalin öğrencilerin elinde dergi şeklinde bulunması değer vermelerini sağladı. Hepsi derslere materyallerini getirdiler.

ALÖ: Öğrencilerin çevrelerinde gördüğü olayların nedenlerinin sınıf ortamında çözümlenmeye çalışılması ve anlamlandırılması öğrencide ilgi ve motivasyonu artırdı. Özellikle etkinlikler uygulanırken öğrenciler derse ilgilerinin arttığını ve doğru cevabı vermek için yoğun gayret gösterdiklerini gördüm.

TLÖ: Bizim öğrencilerimiz genel olarak teknolojiye meraklı öğrenciler. Etkinliklerdeki konuların güncel ve teknolojik olması ilgilerini çekti Konuları beğendiler, özellikle arabalarla (hibrit ve güneş arabaları) ilgili olan araştırmaları severek yaptılar. Birde kaynağın (ders materyalinin) kitapçık şeklinde olması çok iyi oldu. Bazen öğrencilere ders kitabını dahi getirtemiyoruz. Derslerde hepsi kaynağını getirdi.

Öğretmenlere yöneltilen diğer bir soru, uygulamaların öğrencilerin derse yönelik ilgi ve motivasyonları üzerine etkisi hakkındadır. Öğretmenler etkinliklerin ve örneklerin

günlük yaşamdan seçilmesinin öğrencilerde ilgi ve motivasyon sağladığını belirtmişlerdir. ALÖ, öğrencilerin çevrelerinde gördükleri olayları, fizik bilgisiyle yorumlamaya ve anlamlandırmaya çalıştıklarını, bu durumun öğrenme isteğini artırdığını ifade etmiştir. Bununla birlikte, GLÖ ve TLÖ, ders materyalinin öğrencilere kitapçık şeklinde sunulmasının, öğrencilerin materyale değer vermelerini sağladığına dikkat çekmişlerdir.

- A: Sınıfınızda yeni öğretim programına uygun olarak hazırlanan bu üniteyi uygularken sizin dikkatinizi çeken noktalar oldu mu?
- GLÖ: Biz eski yöntemlere alışkın olduğumuzdan, derslerde öğrencilerin böylesine aktif olduklarını pek görmedim. Aslında her şey öğretmenin elindeymiş. Bunu fark ettim ...ünite zaten öğretim programına uygun şekilde hazırlanmıştı. O konuda bir şey söylemeye gerek yok.
- ALÖ: Öğrencilerin dese katılımı büyük oranda arttı. Ders esnasında onlardan daha fazla soru gelmeye başladı. Sınıfta birkaç ilgisiz öğrencim var, onların bazıları da derse katıldı.
- TLÖ: Öğrenciler, günlük hayatta karşılarına çıkan olayların derste işlenmesini ve açıklanmasını ilgi çekici buluyor, bu sayede derste aktif hale geliyorlar. Onların ilgisini yakalamak çok önemli, her zaman dersin içinde yer almaları da başka taraflara dalmalarını engelledi.

Öğretmenlere uygulama sürecinde dikkat çeken durumlara yönelik yöneltilen soruda, öğretmenlerin en fazla öğrencilerin derse aktif katılımını sağladığından söz ettikleri görülmüştür. ALÖ ve TLÖ, genelde derslere ilgisiz olan bazı öğrencilerin, uygulama sürecinde söz alarak, görüş bildirdiklerini belirtmişlerdir.

- A: Siz bu üniteyi tekrar okutacak olsanız, neleri eklemek veya çıkarmak isterdiniz? Neleri değiştirdiniz?
- GLÖ: Konu sonlarındaki değerlendirme etkinliklerini artırırdım. Soru sayısının fazla olması gerekir. Bir de üst üste birkaç ders boyunca olaylarla başlamazdım derse, çünkü bir yerden sonra orijinalliği kalmıyor. Sıradan hale geliyor.
- ALÖ: Daha fazla çözülmüş soru ve ödev soruları eklerdim. Her konunun sonunda bir sonraki konunun içeriği ile ilgili kısa araştırma ödevleri olabilir.
- TLÖ: Örnek problemlerde öğrencilerin bildiğini düşündüğümüz bilgiler için açıklamalar koyardım. Öğrencilerin ilköğretimde gördükleri konular için hatırlatmalar gerekiyor. Örnek alıştırmaların sayısını artırırdım ve bunları en basitten karmaşığa doğru sıralardım. Öğrenciler bulmacalardan hoşlanıyor, bunun için bulmacalar yerleştirirdim. Daha fazla alıştırmaya yer verirdim.

Uygulamadaki ve ders materyalindeki eksiklikleri ortaya koymak amacıyla yöneltilen soruda, öğretmenler en fazla değerlendirme kısmındaki soruların yetersiz olduğunu ve problemlere daha fazla yer verilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. TLÖ, bu kısımlara bulmaca türü etkinliklerin de eklenmesinin yararlı olacağını belirtmiştir. GLÖ ise konuya başlarken kullanılan olayların fazla olduğunu, bunların daha seyrek kullanılması gerektiğini bildirmiştir.

- A: Bu uygulamalardan sonra, sizce yeni fizik öğretim programını uygularken bir öğretmenin nelere dikkat etmesi gerekir?
- GLÖ: Öğretmen kesinlikle derse hazırlıklı gelmeli ve yapacağı etkinlikleri önceden hazırlamalı. Öğrencilerin ilgilerini çeken etkinlikler ve örnekler kitaplarda olsa bile, öğretmen bunları artırmalı. En önemlisi öğrencilerini derse dâhil etmeli.
- ALÖ: Özellikle anlaşılmayan konular, farklı örneklerle sunulmalı. Öğrenciler konu hakkında konuşturulmalı, günlük hayatta karşılaştıkları ilgili olayları belirtmeleri istenmeli. Ben aslında önceleri de bunları yapmaya çalışıyordum. Ancak bundan sonra daha sık yapacağım. ...bilgi öğrenciye doğrudan verilmemeli, öğrenci tartışarak, araştırarak ulaşmalı.
- TLÖ: Derse karşı var olan ön yargıların giderilmeli ve fizik dersinin onlarda meydana getireceği davranış değişiklikleri hakkında açıklamalar yapılmalı. Çünkü öğrencilerin çoğunluğu dersin günlük hayatta ne işlerine yarayacağını sorguluyor. Bu sorunun cevabı, öğrencileri tatmin edecek şekilde verildiğinde öğrencilerin derse olan ilgi ve katılımları artıyor. Derslerde görselliğe ve araştırmaya fazlaca yer verilmesi gerekiyor. Öğrenilen her bilginin günlük hayattaki kullanımıyla bağdaştırılması gerekiyor. Öğrencileri aktif hale getirip onları proje çalışmalarına yönlendirmesi gerekiyor.

Öğretmenlere son olarak, uygulamaların yeni öğretim programı bakımından mesleki gelişimlerine katkısını belirlemeye yönelik soru yöneltilmiştir. Tüm öğretmenler uygulama sonrası öğrencilerin derse ilgi duymalarının öneminin farkına vardıklarını ve ilgi oluşturmada günlük yaşamdan örneklerin kullanılması gerektiğini vurgulamışlardır. Bununla birlikte öğrencilerin derse aktif katılımının sağlanması gerektiğini belirtmişlerdir.

Araştırmanın bu bölümünde verilerin analizinden elde edilen bulgular ortaya konulmuştur. Buna göre, tüm deney gruplarında, ENBAT'ın ön test-son-test sonuçları arasında son test lehine anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Uygulama öncesinde öğrenciler çok sayıda alternatif düşünceye sahipken, uygulama sonrasında bu düşüncelerin büyük ölçüde azaldığı görülmüştür. Ayrıca, öğrencilerin fiziğe yönelik tutumlarında da uygulama sonrasında olumlu yönde gelişim olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte,

araştırmaya katılan retmen ve rencilerin görüşleri işığında, geliştirilen materyallerin uygulanabilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmanın sonraki kısmında, burada elde edilen bulgular, alt problemler bakımından tartışılmış ve yorumlanmaya çalışılmıştır.

4. TARTIŞMA

Temel amacı; “Ortaöğretim Fizik Dersi 9. Sınıf Öğretim Programının Enerji Ünitesi kazanımları dikkate alınarak, bağlam temelli yaklaşımla, 5E modeline uygun öğrenci ve öğretmen ders materyallerinin geliştirilmesi ve öğrenciler üzerindeki etkilerinin incelenmesi” olarak belirlenen çalışmanın, bu kısmında amaca yönelik, alt problemler bakımından elde edilen bulgular tartışılmıştır. Tartışma, araştırmanın her bir alt problemlerine göre, sırasıyla alt başlıklar halinde sunulmuştur.

4.1. Geliştirilen Materyallerin Öğrencilerin Kavramsal Başarıları Üzerindeki Etkisine Yönelik Tartışma

Araştırmanın 1. alt problemi “bağlam temelli yaklaşımla, 5E öğretim modeline uygun olarak geliştirilen materyallerin öğrencilerin kavramsal başarıları üzerine etkisi nasıldır?” şeklinde belirlenmiştir. Bu alt probleme yönelik olarak, ENBAT’tan elde edilen bulguların, gözlem ve mülakat bulgularıyla desteklenerek yorumlanması öngörülmüştür.

ENBAT’ın çoktan seçmeli kısmından ön test ve son testte öğrencilerin aldıkları puanların bağımlı t testi istatistiğiyle karşılaştırılmasının sonuçları Tablo 14’te verilmiştir. Bu sonuçlara göre, bağlam temelli yaklaşımla 5E öğretim modeline uygun olarak geliştirilen materyaller, öğrencilerin enerji konusundaki kavramsal başarılarını artırıcı bir etki göstermiştir. Bu etki, GL, AL, TL deney gruplarında ve örneklemin genelinde, istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmuştur. GL grubunda ön test ortalaması 7,00 iken bu değer son testte 11,87 ($t_{(29)} = -8,41$; $p < 0,05$) olmuştur. AL grubunda, ön test ortalaması 9,00 iken son testte 13,73’e ($t_{(29)} = -7,86$; $p < 0,05$) yükselmiştir. TL grubunda ise ön test ortalaması 6,35’ten son testte 10,70 ($t_{(22)} = -8,41$; $p < 0,05$) değerine artış göstermiştir. Literatürde 5E öğretim modelinin (Keser, 2003; Saka, 2006; Özsevgeç, Çepni ve Özsevgeç, 2006; Sağlam, 2006; Özsevgeç, 2007) ve bağlam temelli yaklaşımın (Cooper, Yeo ve Zadnik, 2003; Murphy, Lunn ve Jones, 2006; Demircioğlu, 2008; Çam, 2008) ayrı ayrı öğrencilerin kavramsal başarılarını artırdığını gösteren çalışmalar yer almaktadır. Ancak bu iki unsurun birlikte kullanılmasıyla yürütülen çalışmaya rastlanmamıştır. Çekiç Toroslu ve Güneş (2009) tarafından yürütülen çalışmada, bağlam temelli yaklaşım 7E öğretim

modeli kapsamında uygulanmıştır. Çalışmada uygulamaların öğrencilerin akademik başarısı üzerinde geleneksel uygulamalara göre daha etkili ortaya konulmuştur.

5E öğretim modelinin, öğrencilerin bilgiyi zihinlerinde yapılandırmalarında ve kavramsal anlamayı sağlamadaki, bağlam temelli yaklaşımın ise ilgi ve motivasyon oluşturmadaki etkililiği birlikte ele alındığında, kavramsal başarı bakımından daha güçlü sayılabilecek bir model ortaya çıktığı söylenebilir.

ENBAT'ta yer alan soruların sayısal işlem gerektiren sorular olmayıp, kavramsal anlamayı ve kavramlar arası ilişkilere yönelik algılamaları ölçmeyi amaçladığı düşünüldüğünde ENBAT'ın açıklamalı kısmının yukarıdaki bulguları ne düzeyde desteklediğinin incelenmesi önem taşımaktadır. ENBAT'taki sorular bakımından ele alındığında, belli bir yükseklikten serbest bırakılan bir topun yere çarpma anındaki enerjisinin korunumuyla ilgili olan 1. soruda tüm gruplarda KY/AD anlama düzeyi oranlarında oldukça azalma olduğu görülmüştür. Buna karşın TA anlama düzeyi oranlarında büyük ölçüde artış meydana gelmiştir. Yani, geliştirilen materyaller, öğrencilerin sahip oldukları alternatif düşünceleri azaltarak, bu düşüncelerin doğru ve bilimsel görüşlere dönüşmesini sağlamıştır. Bu soruyla ilgili olarak; öğrencilerin açıklamalarında yedi farklı alternatif düşünce belirttikleri görülmektedir. Bunlar içerisinde “enerji sürtünme ile ısıya dönüşmez” şeklindeki ifade en fazla karşılaşılan alternatif düşüncedir. Burada, öğrencilerin topun düşeydeki hava sürtünmesi ve yere çarpma anındaki sürtünmenin ısı enerjisi ortaya çıkaramayacağını düşündükleri söylenebilir. Ayrıca, “sistemde mekanik enerji korunur” şeklindeki düşünce benzer şekilde hava sürtünmesinin öğrenciler tarafından dikkate alınmadığının bir göstergesidir. “Topun enerjisinin bir kısmı yok olmuştur” şeklindeki düşünce ise enerjinin yok olabileceğine yönelik bir alternatif düşüncedir. Bu alternatif düşünceyle Kesidou ve Duit (1993) ve Olenick (2005)'in çalışmalarında da karşılaşılmıştır.

Korunumsuz bir sistemdeki mekanik enerjinin durumuyla ilgili olarak benzer bir soru da, öğrencilere kavramsal mülakatta yöneltilmiştir. Öğrencilerin çoğunluğu ön mülakatta bu soruya “bilmiyorum” şeklinde yanıt verirken son mülakatta altı öğrenci mekanik enerjinin korunmadığına dair beklenen cevabı vermiştir. Buna karşın sadece bir öğrenci alternatif düşünce içeren görüş belirtmiştir. Bu görüş uygulama sürecinin konuyla ilgili bazı alternatif düşünceleri azalttığını ancak bazı öğrencilerin bunları sürdürdüğünü göstermektedir. Öğrencilere bu soruda geçen kavramlarla ilişkili bilgiler öğrenci ders materyalinde “Enerjimizin Tamamı İşe Yarar Mı?” konu başlığı altında kazandırılmaya

çalışılmıştır. Nitel gözlem bulgularına bakıldığında bu konuda GL ve AL gruplarının girme aşamasında, kullanılan bağlamların öğrencilerin ilgilerini çekmediği görülmüştür. Bunun devamındaki Etkinlik 8'in bazı gruplarda yapılmaması ve öğrencilerin gerekli açıklamaları yapamamaları, ilgili kavram yanılgılarının varlığını ve bunların tamamıyla giderilememesinin nedenlerini açıklayabilir.

ENBAT'ta yer alan 2, 8 ve 15. sorular öğrencilerin fiziksel anlamda iş yapılan sistemlerle ilgili anlamalarını ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu sorularda, tüm deney gruplarında ön teste göre son teste TA anlama düzeylerinde önemli artışlar gözlenmesine karşın KY/AD anlama düzeylerinde benzer oranlarda azalmalar meydana gelmiştir.

2. soruda, “motorun otomobili hareket ettirmesi fiziksel iş değildir” şeklindeki ifade bu soruda en sık rastlanan alternatif düşüncedir. Ayrıca, bazı öğrenciler bu soru için “sadece canlılar tarafından iş yapılır” şeklinde alternatif düşünce belirtmişlerdir. 8. sorudaki tek alternatif düşünce, 15. soruda da karşılaşılan “enerji harcanan bütün sistemlerde fiziksel anlamda iş yapılır” ifadesidir. Ayrıca 15. soruda, “cansız varlıkların uyguladığı kuvvetler iş yapmaz” şeklinde alternatif düşünce de ortaya çıkmıştır. Bu düşüncelerin son teste oldukça azaldığı görülmüştür.

Öğrencilerle yürütülen kavramsal mülakatlara göre, ön mülakatta öğrencilerin iş kavramını günlük hayattaki iş olarak tanımladıkları görülmüştür. Bu durum Aydoğmuş'un (2008) çalışmasında öğrencilerde görülen kavram yanılgısı olarak tanımlanmıştır. Gerçekleştirilen uygulamaların öğrencilerdeki bu yanılgıyı giderdiği, son mülakattaki ifadelerden anlaşılmıştır. Öğrenciler ayrıca ön mülakatta iş kavramını günlük işlerle ilişkilendirmelerine karşın son mülakatta, enerji, kuvvet ve hareket kavramlarıyla açıklamışlardır. Yapılan değerlendirmelerden uygulamaların öğrencilerin iş kavramıyla ilgili kavramsal gelişimlerini sağlamada etkili olduğu söylenebilir. Nitekim gözlem bulgularına bakıldığında öğrenci ders materyalinde “Acaba Gerçekten İş Yapıyor Muyuz?” başlıklı etkinliğin tüm gruplarda başarıyla gerçekleştiği ve öğrencilerin ilgilerini çektiği de görülebilmektedir.

ENBAT'ın 3. sorusu, öğrencilerin bir sistemdeki enerji dönüşüm sürecini kavrama durumlarını belirlemeye yönelik olarak hazırlanmıştır. Ancak bu soruda hiçbir öğrenci açıklama belirtmemiştir. Bunun nedeni, öğrencilerin enerji dönüşümlerinin nasıl meydana geldiğine dair gerekçe gösterememelerinden kaynaklanabilir. Soruya verilen yanlış cevapların ise tüm deney gruplarında son teste azaldığı belirlenmiştir.

ENBAT'ın 4. sorusu farklı durumlarda yerçekimine karşı yapılan işlerin karşılaştırılmasına yöneliktir. Bu soruda ön testte karşılaşılan KY/AD anlama düzeyinin, tüm deney grupları için son testte azaldığı görülmüştür. Buna karşın yine tüm gruplarda TA anlama düzeyinin ön teste göre son testte artış gösterdiği belirlenmiştir. Bu soruda “asansör canlı olmadığı için iş yapılmaz” şeklindeki alternatif düşünce, 2. soruda karşılaşılan “sadece canlılar tarafından iş yapılır” şeklindeki düşünceyi destekler niteliktedir. Bu nedenle öğrencilerin, bu konuda bir kavram yanılgısına sahip olmaları muhtemel görünmektedir. Bununla birlikte “en fazla merdiven çıkan en çok iş yapar” şeklindeki ifade, öğrencilerin iş kavramındaki yer değiştirmeyi alınan yol ile karıştırdıklarını göstermektedir. Oysa bu soruda beklenen; aynı yükü en yükseğe çıkarmanın, en fazla iş yaptığının farkına varılmasıdır. Ön testte öğrencilerde belirlenen bu düşüncelerin giderilememesi, öğrenci ders materyalinde iş kavramıyla ilgili problemlere fazla yer verilmemesinden kaynaklanabilir. Çünkü materyalde, düz bir doğrultuda çekilen kutu ve bir öğrencinin taşıdığı çantayla ilgili problemlere yer verilmiş, farklı durumlara yönelik işlemsel uygulamalar yapılmamıştır.

ENBAT'ın 5. sorusunda öğrencilerin, bir çarpışma anındaki enerji aktarımı ve enerji korunumu ile ilgili görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Verilen cevaplara göre, ön testteki TA anlama düzeyi oranlarının tüm gruplarda son testte oldukça yükseldiği görülmüştür. Buna karşın KY/AD anlama düzeyi oranının (%36,7) GL deney grubunda değişmediği, AL ve TL gruplarında ise azaldığı görülmüştür. GL grubunda neden değişim olmadığının irdelenmesi için, bu soruda hangi alternatif düşüncelerin ortaya çıktığına bakmak yararlı olabilir. Öğrenciler burada, “durgun olan bütün cisimlerin potansiyel enerjisi vardır”, “enerji aktarılmaz, sadece dönüşür” ve “çarpışmada enerji ısıya dönüşmez” şeklinde üç farklı alternatif düşünce belirtmişlerdir. İlk ifadede potansiyel enerjinin sadece cismin durgun olmasıyla ilişkilendirildiği, ikinci ifadede enerjinin dönüşüme uğramadan, aynı formda aktarılamayacağı ve son ifadede çarpışmalarda enerjinin bir kısmının ısı enerjisine dönüşmeyeceğine yönelik görüşler yer almıştır.

Öğrencilerin enerji aktarımı ile görüşleri kavramsal mülakatta da irdelenmiştir. “Enerji aktarılabilir mi?” sorusuna ön mülakatta üç öğrencinin “aktarılabilir” şeklinde yanıt verdiği ve bunlardan sadece birinin (AKÖ1) aktarıma uygun bilimsel bir örnek verebildiği görülmüştür. Son mülakatta ise tüm öğrenciler “enerji aktarılabilir” yanıtını vermişlerdir. Buna örnek vermeleri istendiğinde altı öğrenci uygun örnek verebilmiştir. İki öğrenci ise “bilmiyorum” cevabını vermiştir. Ancak öğrencilerin verdikleri örneklerin genel olarak ısı

enerjisinin aktarımıyla ilgili olması dikkat çekmiştir. Öğrenci ders materyalindeki “Enerjiyi Aktarabilir miyiz?” konu başlığı altında verilen etkinliklerin, hem mekanik enerjinin hem de ısı enerjisinin aktarılmasıyla ilgili örnekler içermesine rağmen öğrencilerin genel olarak ısı enerjisiyle ilgili örnekler vermeleri, günlük hayatta bu tür durumlarla daha sık karşılaşılmasından kaynaklanabilir. GL deney grubunda KY/AD anlama düzeyi oranında, son testte değişim olmasının nedeni ise, en sık karşılaşılan “durgun olan bütün cisimlerin potansiyel enerjisi vardır” alternatif düşüncesini gidermeye yönelik herhangi bir etkinliğin materyalde bulunmaması olabilir.

ENBAT’ın 6. sorusu sürtünmenin önemsenmediği salınım yapan sarkaç sistemin mekanik enerjisinin durumuyla, 9. sorusu ise yine sürtünmesiz ortamda salıncakta sallanan bir çocuğun enerji dönüşümleriyle ilgilidir. Bu yönüyle iki sorunun birlikte irdelenmesi uygun görülmüştür. 6. soruda son testte, tüm gruplarda TA anlama düzeyi oranlarında artış meydana gelirken KY/AD anlama düzeyinde büyük oranda azalma olmuştur. Benzer şekilde 9. soruda da tüm gruplarda TA anlama düzeyi oranlarında son test itibarıyla artış meydana gelirken, KY/AD anlama düzeyinde büyük oranda azalma olmuştur. 6. soruda öğrenciler “cismin ağırlığı değişmediği için potansiyel enerjisi değişmez” şeklinde bir alternatif düşünce belirterek, sarkacın salınımı sırasında yüksekliğinin hiç değişmediğini düşünmüşlerdir. Burada “toplam enerji değişebilir” şeklindeki ifade dikkat çekicidir. Benzer bir ifade, Gülçiçek ve Yağbasan’ın (2004) çalışmalarında da “korunumlu bir sistemde, sistemin toplam enerjisi değişebilir” şeklinde bir kavram yanılgısı olarak belirlenmiştir. 9. soruda yer alan salıncak sisteminde görülen “toplam mekanik enerji değişebilir” şeklindeki ifade, 6. soruda da tespit edilen ve literatürle desteklenen kavram yanılgısıyla aynıdır. Öğrenciler ayrıca bu soruda “hareket sürekli olduğu için kinetik enerji değişmez” biçimindeki alternatif düşünceyi de belirtmişler, yani mekanik enerjiyle kinetik enerjiyi karıştırmışlardır. Burada olduğu gibi, korunumlu bir sistemde mekanik enerjinin durumu ile ilgili kavramsal mülakatta da öğrencilerin görüşleri alınmıştır. Mülakatta serbest düşmeye bırakılan cisim örneğinden faydalanılmıştır. Ön mülakatta öğrenciler kinetik enerji arttığı için mekanik enerjinin de artacağını, kinetik ve potansiyel enerjinin birlikte azalacağını ya da kinetik enerjinin değişmeyeceğini belirtmişlerdir. Ancak son mülakatta, bu alternatif düşüncelerden kurtularak korunumlu sistemde mekanik enerjinin değişmeyeceğini ifade etmişlerdir. Bu durum, ENBAT’ın 6. ve 9. sorularında, son testte KY/AD anlama düzeylerindeki azalmayı destekler niteliktedir. Öğrenci ders materyalinde, mekanik enerji ve mekanik enerjinin korunumuyla ilgili bilgiler, “Mekanik enerji her

yerde” ve “Enerjimizin tamamı işe yarar mı?” konu başlıklarında öğrencilere kazandırılmaya çalışılmıştır. BORAN’dan elde edilen bulgular, tüm gruplarda bu konuların başarıyla uygulandığını göstermekte olup, ortaya konulan kavramsal gelişimin uygulamalardan kaynaklandığı net bir şekilde söylenebilir.

7. soru, birimlerden yola çıkılarak, iş ve enerji kavramları arasında ilişkinin açıklanmasına yönelik hazırlanmıştır. Bu soruda tüm gruplar bakımından TA anlama düzeyinin oranı son testte oldukça yükselirken, ön testte yüksek oranlara sahip olan KY/AD anlama düzeyinin son testte büyük ölçüde gerilediği belirlenmiştir. Buradaki alternatif düşünceler, literatürde kavram yanılgısı olarak tanımlanmıştır: Bunlar; “güç ve kuvvet aynı şeylerdir” (Aydoğmuş, 2008), “enerji bir çeşit güçtür” ya da “enerji de bir çeşit kuvvettir” (Kesidou ve Duit, 1993; Trumper, 1990; Küçük vd., 2005; Olenick, 2005) şeklindedir. Enerji kavramının özellikleriyle ilgili olan ve çeldiricileri alternatif düşüncelerden oluşan ENBAT’ın 11. sorusu aynı kazanıma yönelik olduğundan 7. soruyla birlikte değerlendirilebilir. Bu soruda karşılaşılan alternatif düşüncelerden “enerji tüketilerek yok edilebilir” ifadesi “enerji belli süreçler sonunda tüketilir (Kesidou ve Duit, 1993; Kind, 2004; Olenick, 2005)” ve “enerji yok olmaz ancak, harcanabilir (Kesidou ve Duit, 1993)” şeklindeki kavram yanılgılarıyla benzerlik göstermektedir. “enerji için hareket şarttır” ifadesi ise literatürde “hareket etmeyen cisimlerin enerjisi yoktur (Kruger, 1990; Viennot, 1997; Trumper, 1998, Olenick, 2005; Özcan ve Kocakulah, 2007; Ünal Çoban vd., 2007; Hırça vd., 2008; Sağlam Arslan ve Kurnaz, 2009) biçiminde yer almaktadır. Ayrıca “enerji gözle görülebilir” şeklindeki kavram yanılgısına literatürde sıkça rastlanmaktadır (Solomon, 1985; Trumper, 1998; Küçük vd., 2005; Hırça vd., 2008). Bu ifadeler ek olarak “bir cisim aynı anda birden fazla türde enerjiye sahip olamaz” şeklinde bir alternatif düşünceye de rastlanmıştır.

Öğrencilerle yürütülen kavramsal mülakatta öğrencilere enerjiyle ilgili tanımlamaları sorulmuştur. Ön mülakatta bu soruya ilişkin yanıtlara bakıldığında, üç öğrencinin enerjiyi, iş yapabilme yeteneği, iki öğrencinin ise yukarıdaki alternatif düşüncelere benzer şekilde bir tür kuvvet olarak tanımladıkları görülmüştür. Son mülakatta ise beş öğrencinin enerjiyi iş kavramı üzerinden tanımladığı, bir öğrencinin “maddede var olan iç güçtür” şeklinde daha genel bir tanım yapmaya çalıştığı, bir öğrencinin “besinlerden alınan güç” olarak açıkladığı ve bir öğrencinin ise “maddeye karşı harcadığımız güçtür” şeklinde bir tanımlama yaptığı görülmektedir. Son mülakatta öğrencilerin enerjiyle ilgili tek bir tanım yapamamaları, uygulamalarda “İş yapabilmek için neye ihtiyacımız var?” konu başlığında

sunulan etkinliklerden kaynaklanabilir. Bu etkinliklerde öğrencilerin, aslında enerji kavramına ait kesin bir tanımlama yapmanın zorluğunun ve enerjinin türlerine göre tanımlamanın farklılaşacağına farkına varmaları sağlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca bu konu başlığı altında yürütülen uygulamalarla, yukarıda ENBAT’ın ön testinde görülen kavram yanlışlarının tüm gruplarda büyük oranda giderildiği söylenebilir.

ENBAT’ın 10. ve 12. sorusu, benzer sistemlerdeki enerji dönüşümleriyle ilgilidir. 10. soruda sabit hızla yükselmekte olan bir roketin, 12. soruda ise düşey yukarı doğru fırlatılan bir topun enerji dönüşümleri irdelenmeye çalışılmıştır. Her iki soruda da tüm gruplarda ön teste göre TA anlama düzeyi oranları son teste büyük ölçüde yükselmiştir. Buna karşın KY/AD anlama düzeyi oranları oldukça azalmıştır. Sadece 12. soruda KY/AD anlama düzeyi oranlarında değişim olmamıştır.

10. soruda öğrenciler, “hız sabit olsa bile potansiyel enerji arttığı için kinetik enerji azalır” biçimindeki alternatif düşünceyi sıklıkla belirtmişlerdir. Bu durum, öğrencilerin, kütlesi ve hızı değişmeyen bir sistemin kinetik enerjisinin değişebileceğine dair düşünceye sahip olduklarını göstermektedir. Viennot da (1997) çalışmasında “bir cismin kinetik enerjisi hızına bağlı değildir” şeklinde bir kavram yanlışının varlığını belirlemiştir. Ayrıca “havada hareket eden cisimlerde enerji sürtünmeyle ısıya dönüşmez” ifadesi 12. soruda da benzer şekilde karşımıza çıkmıştır. Bununla birlikte 12. soruda, “en yüksek noktada kinetik enerji en fazladır” ve “top, hareketi sırasında potansiyel enerjiye sahip olmaz” şeklindeki alternatif düşünceler de görülmüştür. Öğrencilerle yürütülen kavramsal mülakatta, ENBAT’ın bu sorularıyla doğrudan ilişkili bir mülakat sorusu yöneltilmemiştir. Bu nedenle ortaya konulan düşünceleri destekleyen mülakat bulguları elde edilememiştir. İrdelenen kavram yanlışlarına yönelik bilgiler öğrenci ders materyalinde “Mekanik enerji her yerde” konu başlığı altında sunulmuştur. BORAN’dan elde edilen nitel bulgular incelendiğinde, ilgili konunun tüm deney gruplarında istenilen şekilde uygulandığı görülmüştür. Buna rağmen 12. sorudaki TL grubunun KY/AD anlama düzeyinde değişim olmaması, materyaldeki konuya yönelik örneklerin yetersizliğinden kaynaklanabilir.

ENBAT’ın 13. ve 19. soruları enerjinin bir türden diğer bir türe dönüşüm geçirdiği durumlarla ilgilidir. Her iki soruda da tüm grupların ön testteki TA anlama düzeyi oranları son teste büyük ölçüde yükselmiş, KY/AD anlama düzeyi oranları ise azalmıştır. 13. soruda karşılaşılan “mum yanıp tükeneyeceği için enerji dönüşümü yoktur” düşüncesi, Kesidou ve Duit’in (1993) çalışmasında ortaya konulan “enerji yok olmaz ancak, harcanabilir” kavram yanlışısıyla benzerlik gösterebilir. Ayrıca “ampul ısı ve ışık

vermektedir, enerji dönüşümü olmaz” şeklindeki alternatif düşünce de enerji dönüşümünün öğrencilerde farklı şekilde algılandığının bir göstergesidir. 19. soruda “vücutta yiyeceklerin sindirilmesinde enerji açığa çıkar, enerji dönüşümü olmaz” şeklinde bir alternatif düşünceyle karşılaşmıştır. Öğrencilere, enerji dönüşümüyle ilgili olarak, kavramsal mülakatta; “enerji dönüşebilir mi?” sorusu yöneltilmiş ve örnek vermeli istenmiştir. “Enerji dönüşebilir mi?” sorusuna ön mülakatta beş öğrencinin “dönüşebilir” şeklinde yanıt verdiği, üç öğrencinin ise emin olmadıkları için yanıt vermekten kaçındığı görülmüştür. Bu öğrencilerden dönüşüme örnek vermeleri istendiğinde dört öğrencinin uygun örnekler verdiği belirlenmiştir. Buna karşın son mülakatta tüm öğrenciler “enerji dönüşebilir şeklinde yanıt vererek, gerçek hayattan enerji dönüşümüne uygun örnekler de göstermişlerdir. Öğrencilerin verdikleri örneklerin tamamıyla günlük yaşamla ilişkili olması, onların günlük yaşamdaki enerji dönüşümü olaylarının farkına vardıklarını göstermektedir. Öğrenci ders materyalinde “Enerjiyi biçimlerine göre sınıflandıralım” konu başlığı altında, günlük yaşamdan bağlamların yer aldığı etkinliklerin, öğrencilerdeki kavramsal gelişimi sağladığı ortaya konulmuştur.

Öğrencilerin, verim kavramının tanımı ve değişkenlerine yönelik algılamaları 14. ve 20. sorularla ortaya konulmaya çalışılmıştır. Her iki soruda da tüm gruplarda ön testte verilen cevaplara göre, TA anlama düzeyi oranları son testte büyük ölçüde yükselmiştir. Buna karşın KY/AD anlama düzeyi oranları oldukça azalmıştır. 14. soruda, “harcanan enerji önemli değil, araç ne kadar güçlüyse o kadar çok iş yapar”, “araç ne kadar kuvvetli ise o kadar çok iş yapar”, “aracın yakıt deposu ne kadar büyükse o kadar iş yapar” ve “araç ne kadar hızlıysa o kadar çok iş yapar” şeklindeki alternatif düşünceler, verim kavramının öğrencilerin zihninde doğru bir şekilde yapılanmadığını ortaya koymaktadır. 20. soruda ise benzer şekilde, “verim yapılan işten bağımsızdır” ve “verim harcanan enerjiden bağımsızdır” şeklindeki alternatif düşünceler ortaya konulmuştur.

Verim kavramına yönelik olarak, kavramsal mülakatta da bulgular elde edilmiştir. Ön mülakatta iki öğrencinin verim kavramını fayda-yarar olarak açıkladıkları görülmektedir. Üç öğrenci verimi, az enerji harcama ve tasarruf olarak açıklarken, bir öğrenci “işini daha iyi yapan verimlidir” şeklinde görüş belirtmiştir. Bir öğrenci ise verimi “enerji verip iş elde etme” olarak açıklamıştır. Buna karşın son mülakatta, yedi öğrencinin kavramı, verilen enerji ve alınan iş veya elde edilen enerjiyle ilişkilendirdiği belirlenmiştir. Öğrenciler genel olarak “az enerji harcayarak daha çok iş yapan, aynı iş için daha az enerji harcayan” makinenin daha verimli olduğunu ifade etmişlerdir. Bir öğrenci ise “verimli

makine işini doğru yanlış yapandır” şeklinde görüş bildirerek, fiziksel anlamda verimi kavrayamadığını göstermiştir. Verim kavramı öğrenci ders materyalinde “Verdiğimiz enerjinin ne kadarını geri alıyoruz?” konu başlığı altında sunulmuştur. Buna ilişkin BORAN’dan elde edilen nitel bulgularda, uygulamaların istenilen şekilde gerçekleştiği görülmüştür. Bu bakımdan, uygulamaların öğrencilerin verimle ilgili kavramsal gelişimini sağlamada etkili olduğu söylenebilir.

ENBAT’ın 16. ve 17. sorusu mekanik enerji ve enerji dönüşümleriyle ilgili olarak hazırlanmıştır. Bu sorularda da tüm gruplar bakımından TA anlama düzeyi oranları son testte artış gösterirken, KY/AD anlama düzeyi oranları gerilemiştir. 16. soruda öğrenciler, “kuvvet uygulanan cisimler kinetik enerji kazanır” ve “yükseğe çıkarılan cisimler kinetik enerji kazanır” şeklinde alternatif düşünceler belirtmişlerdir. 17. soruda “durgun olan bütün cisimlerin potansiyel enerjisi vardır” alternatif düşüncesi, potansiyel enerji kavramını öğrencilerin algılamalarında sorunlar olduğunu göstermektedir. Öğrenciler, potansiyel enerjiyi, yalnızca cismin durgun olmasıyla ilişkilendirmişlerdir. Burada irdelenen kavramlarla ilgili, öğrencilerle yürütülen kavramsal mülakatta soru sorulmaması nedeniyle, tartışmaya katılabilecek mülakat bulguları bulunmamaktadır. Bu verilere göre, uygulamalar sonucunda öğrencilerdeki alternatif düşüncelerin azalmış olması, uygulamaların etkili olduğunun bir göstergesi olmakla birlikte, özellikle 16. soruda son testte KY/AD anlama düzeyiyle, alt grubunda yer alan A/C anlama düzeyi oranlarının yüksek olması dikkat çekicidir. Bunun nedeni, 16. soruda geçen, gazların kinetik enerjisiyle ilgili bilgilere öğrenci ders materyalinde yer verilmemesi ve uygulamalar da bununla ilgili örneklerin kullanılmaması olarak gösterilebilir.

Güç kavramının bağlı olduğu değişkenlerin sorgulanmaya çalışıldığı, 18. soruda tüm grupların ön testteki TA anlama düzeyi oranları son testte artış gösterirken KY/AD anlama düzeyi oranları azalmıştır. Bu soruya verilen cevaplarda en sık karşılaşılan “en fazla ağırlığı kaldıran yani en kuvvetli olan en güçlüdür” ifadesi öğrencilerin güç ve kuvvet kavramlarını karıştırdıklarını ortaya koymaktadır. Aynı ifade Aydoğmuş’un (2008) çalışmasında kavram yanılgısı olarak tanımlanmıştır. Bununla birlikte, öğrenciler “en yükseğe kaldıran en güçlüdür” ve “güçle, halterin kaldırıldığı yükseklik ilişkili değildir” şeklinde alternatif düşünceler de belirtmişlerdir. Güç kavramıyla ilgili öğrencilere kavramsal mülakatta, günlük hayattaki güç algıları, gücün tanımı ve değişkenleri sorulmuştur. Yukarıda belirtildiği gibi, ön mülakatta da öğrencilerin günlük hayatta güç kavramını kuvvetle eşdeğer olarak kullandıkları belirlenmiştir. Yani günlük hayatta güç

yerine kuvvet, kuvvet yerine de güç kullanılmaktadır. Bu durum ön mülakattaki öğrencilerin güç kavramını tanımlamalarında da benzer şekilde ortaya çıkmıştır. İki öğrenci gücü fiziksel anlamdaki güç olarak tanımlamışlar ve bir öğrenci enerji ile ilişkilendirmeye çalışmıştır. Diğer öğrencilerden üçü kuvvetle eş anlamlı olarak tanımlamış ve iki öğrenci de hiçbir tanımlama yapamamıştır. Son mülakatta ise, bir öğrenci dışında, tüm öğrenciler güç kavramını günlük hayatta bir söylem olarak kuvvet kavramıyla eş değer düşünmüşlerdir. Ancak son mülakatta, fiziksel anlamdaki güç kavramının, günlük hayattakinden farklı olduğunun farkına vardıkları görülmüştür. Tüm öğrencilerin fiziksel anlamdaki gücün tanımını, beklendiği şekilde “birim zamanda yapılan iş” olarak açıklamışlardır.

Öğrencilerin güç kavramına yönelik verdikleri tanımları uygulamaya dönük olarak, kavramın bağlı olduğu değişkenlerle açıklamaları için vinç örneği kullanılmıştır. “İki farklı vinçten hangisinin daha güçlü olduğunu nasıl anlarsın?” sorusuna, ön mülakatta öğrenciler kaldırılan yükün ağırlığına, vincin motor gücüne ya da yükün büyüklüğüne bakırım şeklinde yanıt vermiştir. Son mülakatta ise neredeyse tüm öğrenciler, “aynı işi yapma süresine veya aynı sürede yaptığı iş miktarına bakırım” demiştir. Yani öğrenciler son mülakatta, bir vincin gücünü belirleyen değişkenleri, yaptığı iş ve iş yapma süresi olarak açıklamışlardır. Bu değerlendirmelerden, öğrenci ders materyalinde “Kim daha güçlü?” konu başlığı altında sunulan etkinliklerin, BORAN’dan elde edilen nitel bulgulara göre tüm gruplarda tamamıyla uygulanamamasına rağmen, kısmen de olsa etkililiği ortaya konulmuştur.

Yukarıda ENBAT’ta yer alan 20 sorunun ilişkili olduğu kavramlar, öğrencilerle yürütülen kavramsal gelişime yönelik mülakatta elde edilen, aynı kavramla ilgili bulgularla birlikte irdelenmiştir. Ancak kavramsal mülakatta elde edilen ve bu kısımda ele alınmayan bulgularda mevcuttur. Bunlar öğrencilerin enerji türlerine yönelik alguları ile ilgilidir. Buna göre, öğrencilere uygulama öncesinde ve sonrasında bildikleri enerji türleri sorulmuştur (Tablo 61). Öğrencilerin ön mülakatta belirttikleri enerji türleri ve sıklığı sırasıyla; kinetik enerji (5), potansiyel enerji (3), elektrik enerjisi (3), mekanik enerji (1) ve nükleer enerji (1) iken son mülakatta diğer enerji türlerinden de söz etikleri görülmüştür. Bunlar: Kinetik enerji (7), güneş enerjisi (7), potansiyel enerji (6), elektrik enerjisi (5), kimyasal enerji (4), ısı enerjisi (4), nükleer enerji (4), rüzgâr enerjisi (4), jeotermal enerji (3), ışık enerjisi (3) ve mekanik enerji (3)’dir. Özellikle güneş enerjisinin neredeyse tüm öğrenciler tarafından belirtilmesi, öğrenci ders materyalinde yer alan “güneş arabaları” etkinliğinin büyük ilgi

görmesinde kaynaklanabilir. Bununla birlikte, öğrencilerin son mülakatta çok fazla sayıda enerji türü belirtmeleri, genel olarak uygulamaların öğrenciler üzerindeki olumlu etkisi olarak gösterilebilir.

Araştırmanın 1. alt problemine yönelik yukarıda yapılan değerlendirmeler genel olarak göz önüne alındığında, öğrencilerin uygulamalar öncesinde çok sayıda kavram yanılığine veya alternatif düşünceye sahip olduğu, bu düşüncelerin süreç içerisinde olumlu yönde değişime uğrayarak büyük ölçüde azaldığı söylenebilir. Ayrıca öğrencilerin bu süreçte daha önce karşılaşmadıkları yeni bilgiler kazandıkları da ifade edilebilir. Dolayısıyla bağlam temelli yaklaşımla 5E öğretim modeline uygun olarak tasarlanan materyallerin öğrencilerin kavramsal başarıları üzerinde, okul türü ayrımı olmaksızın etkili olduğu belirtilebilir.

4.2. Geliştirilen Materyallerin Öğrencilerin Kavramsal Başarıları Üzerindeki Etkisinin Ortaöğretim Kurumu Türüne Göre Farklılaşmasına Yönelik Tartışma

Araştırmanın 2. alt problemi, “bağlam temelli yaklaşımla 5E, modeline uygun olarak geliştirilen materyallerin, kavramsal başarı düzeyleri üzerine etkisi, öğrencilerin öğrenim gördükleri ortaöğretim kurumu türüne göre farklılık göstermekte midir?” şeklinde belirlenmiştir. Bu alt problem için ilk olarak, ön test ve son testte deney gruplarının ENBAT’ın çoktan seçmeli kısmından aldıkları puanların karşılaştırılması öngörülmüştür. Deney gruplarının ön test ve son testteki ortalamalarının tek yönlü varyans analizi yöntemiyle karşılaştırılmasının sonuçları Tablo 16’da görülmektedir. Buna göre ön testte AL deney grubunun hem GL hem de TL deney grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha başarılı olduğu belirlenmiştir. Başka bir deyişle, AL grubunun enerji ünitesine yönelik ön bilgi ve hazır bulunuşluk düzeyi, diğer gruplardan yüksek iken GL ve TL grupları arasında bu bakımdan farklılık yoktur. Nitekim bu durum, son testte de etkisini göstermiştir. Grupların son test puanları karşılaştırıldığında, ön testtekine benzer şekilde, AL-GL ve AL-TL grupları arasında AL grubu lehine anlamlı düzeyde bir farklılık belirlenmiştir. AL grubunun son testte de ön testtekine benzer bir başarı farklılığı göstermesi, beklenen bir durum olmakla birlikte araştırmanın 2. alt problemine yönelik kesin bir yargıya ulaşılamamasına neden olmuştur. Çünkü AL grubunun diğer gruplardan farklı düzeydeki ön bilgi ve hazır bulunuşluğu, son testte de bu grubun daha yüksek başarı göstermesini sağlamıştır.

Bu nedenle, grupların ön test puanlarının etkisini dikkate alarak, son test ortalamalarını karşılaştıran bir yöntem olan kovaryans analizi uygulanması ön görülmüştür. Analiz sonucunda, grupların başarıları arasında farklılık olduğu ortaya konulmuştur (Tablo 18). Düzeltilmiş son test ortalamaları göz önüne alındığında, bu farklılığın sadece AL ve TL grubu arasında anlamlı düzeyde olduğu belirlenmiştir. Düzeltilmiş ortalamalar ise GL, AL ve TL grupları için sırasıyla 12,00, 13,39 ve 10,98 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre, bağlam temelli yaklaşımla 5E öğretim modeline uygun olarak geliştirilen materyallerin; öğrencilerin kavramsal başarıları bakımından, GL grubuyla diğer gruplar arasında benzer etkiler gösterdiği, buna karşın AL grubunda TL'ye göre daha etkili olduğu söylenebilir.

ENBAT'ın açıklanmalı kısmının değerlendirilmesi sonucunda oluşturulan, öğrencilerin KY/AD anlama düzeylerinin ön test ve son testteki frekanslarının gösterildiği Tablo 40'daki veriler de yukarıdaki durumu destekler niteliktedir. ENBAT'ta yer alan sorular bakımından incelendiğinde, ön testte öğrencilerde belirlenen kavram yanılgısı veya alternatif düşüncelerdeki azalma yönündeki değişim, 20 sorudan 12'sinde (2, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17 ve 18. sorular) AL grubunda TL grubundan daha fazla gerçekleşmiştir. Buna karşın, sadece 6 soruda (1, 6, 14, 15, 19 ve 20. sorular) bunun tersi bir durum görülmüştür. Yani TL grubunda görülen kavram yanılgısı/alternatif düşüncelerin azalma yönündeki değişimi, AL grubunun gerisinde kalmıştır. GL grubunda ise değişim, bu iki grubun arasında kalacak düzeyde gerçekleşmiştir.

Literatür incelendiğinde gerek bağlam temelli yaklaşım gerekse 5E öğretim modelinin kullanıldığı çalışmalarda, öğretim uygulamalarının farklı okul türlerinde ya da farklı öğrenci profilleri üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmaya rastlanmamıştır. Sadece, Cooper, Yeo ve Zadnik (2003), çalışmalarında üç lisede öğrenim gören öğrencilere nükleer teknoloji konusunda bağlam temelli öğretim uygulamışlardır. Ancak bu çalışmada öğrenci başarısının okul türüne göre farklılaşma durumu incelenmemiştir.

AL deney grubunda gerçekleştirilen uygulamaların TL deney grubuna göre daha etkili olmasının nedenleri düşünüldüğünde, akla ilk olarak öğretmen faktörü gelmektedir. 5E öğretim modeli gibi, yapılandırmacı yaklaşım uygulamalarında, gerçekte öğrenci merkezli bir süreç izlenmesine karşın, etkili bir öğretim yapılabilmesi için öğretmenin belirleyici bir rol üstlendiği bilinmektedir (Selley, 1999; Watson, 2001; Horstman ve White, 2002; Akpınar ve Ergin, 2005b). Bu bakımdan uygulamalarda öğretmenin üzerinde düşen görevleri ne düzeyde yerine getirdiği ya da 5E öğretim modelinin gruplarda ne

düzeyde uygulandığı, gözlemlerden elde edilen bulguların irdelenmesiyle ortaya konulabilecektir. Tablo 51’de yer alan BORAN’ın girme aşamasına ilişkin madde ortalamalarına bakıldığında, AL deney grubunun ortalaması 3,63 iken TL grubu 3,00 olarak gerçekleşmiştir. Benzer şekilde, keşfetme aşamasında AL grubu ortalaması 3,01 iken TL grubunda 2,91 olmuştur (Tablo 52). Açıklama aşamasında iki grubun arasındaki bu farkın biraz daha açıldığı görülmüştür (Tablo 53). Bu aşamada AL grubu 3,09, TL grubu 2,75 olarak gerçekleşmiştir. Derinleştirme aşamasında (Tablo 54) AL grubu ortalaması 3,16, TL grubu 3,09 ve değerlendirme aşamasında AL grubu 3,05, TL grubu 2,94 ortalamaya sahip olmuştur (Tablo 55). Görüldüğü gibi, 5E öğretim modeli tüm aşamalarda, AL deney grubunda, TL deney grubundan daha etkin bir şekilde uygulanmıştır.

İki deney grubundaki uygulamaların farklılığı, nitel gözlem bulgularından da görülebilmektedir. Tablo 58’de ayrıntıları verilen TL deney grubu gözlem bulgularına bakıldığında, TL grubu öğretmenin, uygulama sürecinin başlarında, yapılandırmacı yaklaşıma uyum gösteremediği ve daha çok geleneksel bir anlayışla dersleri sürdürdüğü görülmektedir. Bu nedenle, uygulamalarda öğretmenin, öğrencilerden görüş almadan açıklama yaptığı ve anlatım metoduna sık sık başvurduğu belirlenmiştir. Öğretmen bu tür davranışlarını sürecin sonlarına doğru değiştirmiş ve öğrencilerin derse aktif katılımını sağlamaya çalışmıştır. Buna karşın AL grubunda öğretmen sürecin başından itibaren, uygulamaları yapılandırmacı yaklaşım çerçevesinde yürütmüş, araştırmada geliştirilen öğretmen kılavuzuna uygun hareket etmiş, derslere hazırlıklı gelmiştir (Tablo 57). Bu noktadan bakıldığında, geliştirilen materyallerin öğrencilerin kavramsal başarıları üzerinde, AL deney grubunda, TL deney grubundan daha yüksek düzeyde etkiye sahip olmasının, büyük ölçüde öğretmen faktöründen kaynaklandığı söylenebilir.

Burada göz ardı edilmemesi gereken diğer bir faktörde öğrenci yetenekleridir. Anadolu Lisesi öğrencilerinin, ilköğretimden ortaöğretime geçişte Teknik Lise öğrencilerine göre çok daha yüksek puan alarak yerleşmeleri, deney grupları içinde, diğerlerine göre daha yetenekli öğrenciler olduklarını düşündürmektedir. Ancak, AL grubunun, ortaöğretime geçişte sınavla hiçbir okula yerleşemeyen öğrencilerin oluşturduğu Genel Lise öğrencileriyle kavramsal başarı bakımından farklılık göstermemesi, AL ve TL gruplarındaki farklılığın bundan kaynaklanabileceği görüşünü zayıflatmaktadır.

4.3. Geliştirilen Materyallerin Öğrencilerin Fiziğe Karşı Tutumları Üzerindeki Etkisine Yönelik Tartışma

Araştırmanın 3. alt problemi, “bağlam temelli yaklaşımla 5E öğretim modeline uygun olarak geliştirilen materyallerin öğrencilerin fiziğe karşı tutumları üzerine etkisi nasıldır?” şeklinde belirlenmiştir. Araştırmanın 3. alt problemine ilişkin veriler, araştırma kapsamında geliştirilen Fizik Tutum Ölçeği (FTÖ) ile toplanmıştır. Literatürde yer alan ölçeklerin çalışmanın doğasına uygun olmadığı düşünüldüğünden, yeni bir ölçek geliştirme ihtiyacı duyulmuş ve Önem, Kavrama, Gereksinim ve İlgi” şeklinde dört alt boyuta sahip olan FTÖ geliştirilmiştir. Geliştirilen materyallerin etkililiği bakımından incelendiğinde, Tablo 41’de yer alan analiz sonuçlarına göre, her bir maddenin ön testteki ortalama değerinin son testte artış gösterdiği görülebilmektedir. Bu artış çoğunlukla belirtilen bir üst puan aralığına geçişle sonuçlanmakla birlikte, bazı maddelerde kısmi şekilde gerçekleşerek aynı puan aralığında kaldığı da görülmüştür. Bu durumun daha iyi gözlenebilmesi için, GL, AL ve TL deney grupları için, FTÖ maddelerinin ön test ve son test ortalamalarına ilişkin grafiksel gösterimler sırasıyla Şekil 13, Şekil 14 ve Şekil 15’te verilmiştir. Buna göre tüm gruplarda, FTÖ’nün son testinde ön teste göre artış meydana gelmiştir.

Uygulamaların, FTÖ’nün boyutları bakımından ön test ve son test arasında anlamlı bir farklılık oluşturduğu, yapılan t testi analizi sonuçlarından görülmüştür. Her bir boyut için ayrı ayrı gerçekleştirilen analize göre, Önem boyutunda tüm gruplarda, ön test-son test arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın bulunduğu belirlenmiştir (Tablo 42). Bu sonuç, geliştirilen materyalin ve yapılan öğretim uygulamalarının, öğrencilerin fiziğe ve fizik dersine verdikleri teknolojik ve toplumsal önemi artırdığını göstermektedir.

Kavrama boyutunda ise durum biraz farklıdır. Bu boyutta sadece AL deney grubunun ön test ve son test puanları arasında son test lehine anlamlı farklılık oluşurken, GL ve TL gruplarında böyle bir farklılık oluşmamıştır (Tablo 43). Yani GL ve TL gruplarında uygulamalar sonrasında bir değişim olmazken AL grubunda, öğrencilerin fiziği anlayabilme ve kavrayabilmeye yönelik inançlarında, anlamlı düzeyde bir artış gerçekleştiği söylenebilir.

Gereksinim boyutuna ilişkin bulgulara bakıldığında, GL, AL ve TL gruplarının tümünde ön test ve son test arasında istatistiksel olarak son test lehine anlamlı bir ilişkinin varlığı görülmüştür (Tablo 44).

Buna göre, gerçekleştirilen uygulamaların öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik ihtiyaç algılarını artırıcı bir etki gösterdiği söylenebilir.

İlgi boyutuna yönelik analiz sonuçları da Gereksinim boyutu sonuçlarına benzer şekilde gerçekleşmiştir. Bu boyutta da GL, AL ve TL deney gruplarında ön test-son test arasında, son test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür (Tablo 45). Bu ilişki, uygulamaların öğrencilerin fiziğe ve fizik dersine yönelik ilgilerini olumlu yönde geliştirici bir etkiye sahip olduğunun bir göstergesidir.

Literatürde, 5E öğretim modelinin fizikte kullanıldığı çalışmalara bakıldığında, modelin tutumlar üzerindeki etkisinin incelendiği ve bu çalışmalarda çoğunlukla, uygulama sonrasında tutumların olumlu yönde geliştiği görülmektedir (Keser, 2003; Ergin, 2006; Sağlam, 2006; Özsevgeç, 2007; Altun Yalçın vd., 2010). Ancak bu çalışmalarda, fen bilgisine ya da fiziğe karşı tutumlar, genel bir şekilde ele alındığından, bu çalışmadaki gibi bir boyutlandırmaya (önem, kavrama, gereksinim, ilgi) rastlanmamıştır. Sadece Özsevgeç (2007) tarafından kullanılan 6 boyutlu tutum ölçeğinin bir boyutunda, fen ve teknolojiye yönelik ilgi yer almıştır. Bu nedenle araştırmada ortaya konulan sonuçların, 5E öğretim modeline ilişkin literatürle derinlemesine tartışılması mümkün olamamaktadır.

Araştırma kapsamında geliştirilen materyallerin bağlam temelli bir özellik taşımasından dolayı, bağlam temelli yaklaşımın tutumlar üzerindeki etkisi göz ardı edilmemesi gereken bir konudur. Nitekim, öğrencilere bilimsel kavramları günlük yaşamdan seçilmiş olaylarla birlikte sunarak, motivasyonlarını, bilim öğrenmeye isteklerini ve fen bilimlerine yönelik ilgilerini artırmak, bağlam temelli yaklaşımın temel amaçları arasında yer almaktadır (Whitelegg ve Parry, 1999; Whitelegg ve Edwards, 2001; Sözbilir vd., 2007). Bu yaklaşımla ilgili yürütülen çalışmalara bakıldığında, yaklaşımın öğrencilerin tutumlarını olumlu yönde geliştirdiği, ilgi ve motivasyonlarını artırdığı görülmüştür (Park ve Lee, 2004; Rayner, 2005; Çam, 2008; Demircioğlu, 2008). Bu yönleriyle, araştırmada ortaya konulan sonuçların, literatürle uyum gösterdiği söylenebilir.

Araştırmada tutumla ilgili nicel bulguların, öğretmenlerle ve öğrencilerle uygulama sürecine yönelik yürütülen mülakatlarda da desteklendiği görülmektedir. Öğrencilerle yürütülen mülakatlarda, öğrenciler derslerde sıkılmadıklarını, eğlenceli vakit geçirdiklerini, etkinlikleri ilgi çekici bulduklarını, ifade etmişlerdir. Örneğin bir öğrenci (GKÖ); “...fiziğin aslında günlük hayatta her yerde var olduğunu gördüm. Ben fizik dersinden biraz korkuyordum, zor geliyordu bana, ama bu etkinliklerde zor bir ders olmadığını anladım”, diğer bir öğrenci ise; “enerjinin insanlar için ne kadar önemli olduğunu gördüm” şeklinde, kavrama, önem ve gereksinim boyutlarına ilişkin sonuçları destekler nitelikte görüş belirtmişlerdir. Uygulamaya yönelik olarak öğretmenlerle yürütülen mülakatlarda da,

öğretmenler materyalin öğrencilerin derse yönelik ilgilerini artırdığını belirttikleri görülmüştür. Bir öğretmenin; “seçilen olay ve örneklerin günlük yaşamdan olması öğrencilerin ilgisini çekti”, ve diğer bir öğretmenin ise “öğrencilerin çevrelerinde gördüğü olayların nedenlerinin sınıf ortamında çözümlenmeye çalışılması ve anlamlandırılması öğrencide ilgi ve motivasyonu artırdı” şeklindeki görüşleri, özellikle bağlam temelli yaklaşımın, öğrencilerin derse yönelik ilgi ve motivasyon sağlamalarında etkili olduğunu göstermektedir.

Fizik öğretim programında, öğrencilerin fiziğe değer vermeleri, fizik öğrenmek için ilgi ve ihtiyaç hissetmeleri gibi tutumların önemine vurgu yapılmaktadır (MEB, 2007). Bu vurgu, programın genel yapısında kendini göstermesinin yanı sıra, programın beceri kazanımları içerisinde de açık bir şekilde ortaya konulmuştur. Bu bakımdan, geliştirilen materyallerin kazandırdığı tutumların, programın hedeflediği tutumlarla paralellik gösterdiği belirtilebilir.

Literatürde, tutumların kısa sürede değişmesinin veya değiştirilmesinin zor olduğu belirtilmektedir (Karamustafaoğlu, 2003; Sağlam, 2006; Özsevgeç vd., 2006). Ancak burada, uygulama sürecinin yaklaşık 5 hafta sürmesi ve özellikle bağlam temelli yaklaşımın tutumlar üzerindeki olumlu etkisinin göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Elbette ki çalışmada uygulama süreci içinde öğrenci tutumlarını etkileyen başka faktörler de olabilir. Bu nedenle uygulama süresince, herhangi bir kontrol edilemeyen faktörün olmadığı araştırmanın varsayımları arasında yer almıştır. Ayrıca, GL ve TL deney gruplarında, Kavrama boyutunda herhangi bir değişim olmaması, uygulamaların tüm boyutlardaki öğrenci tutumlarını değiştirmede etkili olmadığına bir göstergesidir.

4.4. Geliştirilen Materyallerin Öğrencilerin Fiziğe Karşı Tutumları Üzerindeki Etkisinin Ortaöğretim Kurumu Türüne Göre Farklılaşmasına Yönelik Tartışma

Araştırmanın 4. alt problemi; “bağlam temelli yaklaşımla 5E öğretim modeline uygun olarak geliştirilen materyallerin, fiziğe karşı tutum üzerine etkisi, öğrencilerin öğrenim gördükleri ortaöğretim kurumu türüne göre farklılık göstermekte midir?” şeklinde belirlenmiştir. Bu araştırma problemine yönelik olarak, FTÖ'nün her bir boyutu bakımından gruplar arasında farklılık olup olmadığı incelenmiştir. Önem boyutuna ilişkin yapılan analiz sonucunda, deney grupları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir (Tablo 46). Buna göre, uygulamaların öğrencilerin fiziğe ve fizik dersine

verdikleri teknolojik ve toplumsal önemi geliştirici yönde etkisinin olduğu, ancak bu etkinin tüm gruplarda benzer düzeylerde gerçekleştiği söylenebilir. Kavrama boyutunda yönelik analiz sonuçları da deney grupları arasında anlamlı bir farklılık olmadığını göstermektedir (Tablo 47). Yani, yapılan öğretim uygulamaları, öğrencilerin fiziği anlayabilme ve kavrayabilmeye yönelik inançlarını geliştirmede, tüm deney gruplarında benzer etkiler sağlamıştır. FTÖ'nün üçüncü alt boyutu olan Gereksinim'e ilişkin analiz sonucuna göre, deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık belirlenmiştir (Tablo 48). Bu durumda, yapılan öğretim uygulamaları, öğrencilerin fizik öğrenmeye duydukları ihtiyaç algılarını geliştirmede, gruplar üzerinde farklı düzeyde etkiler gösterdiği söylenebilir. Bu farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığı incelendiğinde, ön test ve düzeltilmiş son test ortalamalarına göre, TL ve AL grupları arasında olduğu ortaya konulmuştur (Tablo 49). Yani uygulamaların öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik ihtiyaç algılarını geliştirmedeki etkisi, TL deney grubunda, AL deney grubundan daha yüksek düzeyde gerçekleşmiştir. Ancak GL deney grubuyla, diğer gruplar arasında herhangi bir farklılık gözlenmemiştir. İlgi, boyutuna ilişkin bulgulara bakıldığında, önem ve kavrama boyutuyla benzer sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir. FTÖ ilgi boyutunda, deney grupları arasında anlamlı farklılığa rastlanmamıştır (Tablo 50). Buna göre, yürütülen uygulamalar, öğrencilerin fiziğe ve fizik dersine yönelik ilgilerini artırmada, deney grupları bakımından benzer etkiler göstermişlerdir.

Literatür incelendiğinde, konuyla ilgili olarak, aynı uygulamaların farklı deney gruplarında ne tür etkiler bıraktığına ilişkin herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bununla birlikte, bağlam temelli yaklaşımla 5E öğretim modeline uygun olarak geliştirilen materyallerin, farklı öğrenci profilleri üzerinde, Önem, Kavrama ve İlgi boyutlarında birbirine çok yakın etkiler oluşturması, materyallerin farklı türdeki liselerde uygulanabilirliğini artırmaktadır. Nitekim materyallerin dayanağını oluşturan fizik öğretim programının da, tür ayrımı yapılmaksızın tüm liselerde uygulanması öngörülmektedir.

Burada, dikkat çekici diğer bir konu da, Gereksinim boyutunda karşılaşılan TL ve AL grubu arasındaki farklılıktır. Araştırmanın 2. alt problemine yönelik tartışmada ortaya konulduğu gibi, kavramsal başarı düzeyinde AL ve TL grupları arasında, AL lehine bir farklılık belirlenmiştir. Ancak öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik ihtiyaç algılarında ortaya konulan farklılık TL grubu lehine olmuştur. Bunun nedeni, TL öğrencilerinin teknolojik konulara daha meraklı olmalarından kaynaklanabilir. TL grubu öğretmenin; "Bizim öğrencilerimiz genel olarak teknolojiye meraklı öğrenciler. Etkinliklerdeki

konuların güncel ve teknolojik olması ilgilerini çekti. Konuları beğendiler, özellikle arabalarla (hibrit ve güneş arabaları) ilgili olan araştırmaları severek yaptılar” ifadesi bu durumu açıkça ortaya koymaktadır. Etkinliklerde yer alan teknolojiyle ilgili bağlamların, TL grubu öğrencilerinin fiziği teknolojiyle ilişkilendirmelerini sağladığı ve fizik öğrenmeye yönelik gereksinimlerini, AL deney grubuna göre daha fazla artırdığı söylenebilir.

4.5. Geliştirilen Materyallerin Uygulanma Süreci ve Uygulanabilirliğine Yönelik Tartışma

Araştırmanın 5. alt problemi, “öğrencilerin ve fizik öğretmenlerinin, bağlam temelli yaklaşımla, 5E öğretim modeline uygun olarak geliştirilen materyaller ve bu materyallerin kullanıldığı öğretim sürecine ilişkin görüşleri nelerdir?” şeklinde belirlenmiştir. Bu araştırma problemine yönelik görüşler, gerçekte materyalin uygulanabilirliğine ilişkin kanıtları ortaya koyacağından, problem ele alınırken, öğrenci ve öğretmenlerin mülakat bulgularıyla birlikte, gözlemlerden ortaya konulan bulguların da tartışmaya katılması doğru bir yaklaşım olacaktır.

Öğrencilerle, uygulamaya yönelik yürütülen mülakatlarda öğrenciler, uygulamaların sıradan fizik derslerine göre çok farklı olduğunu belirtmişlerdir. Öğrenciler, derse aktif olarak katıldıklarını, öğretmenlerinin sorularla kendilerini düşünmeye sevk ettiğini, günlük hayattan örneklerin öğretimde kullanılmasının fizik dersine yönelik endişelerini giderdiğini ve ilgilerini artırdığını ifade etmişlerdir. Bir öğrenci, uygulamaları etkili bulmadığını belirtmiştir. Bu öğrenciyle yürütülen kavramsal mülakatlarda, öğrencinin çok sayıda alternatif düşünceye sahip olduğu ve bunların uygulama sonrasında da sürdüğü belirlenmiştir. Bu öğrencinin ön bilgilerinin yetersizliği, derse aktif olarak katılmaması ve ilgisiz tavırları, uygulamaları etkili bulmamasının nedenleri olarak görülebilir.

Öğrenciler, materyallerin ve uygulamaların öğrenmelerine katkısına yönelik bir soruya, konuları çok iyi anladıklarını belirten cevaplar vermişlerdir. Nitekim bu durum Kısım 4.1’de açıklanan, öğrencilerin kavramsal başarısındaki değişimden de anlaşılmaktadır. Ayrıca bazı öğrenciler, kavramları somutlaştırmada etkinliklerin etkili olduğunu belirtirken, bazıları da derse aktif katılımın önemine vurgu yapmıştır. Benzer bulgular öğretmenlerle yürütülen mülakatlarda da ortaya konulmuştur. Öğretmenler uygulamaların en dikkat çekici özelliği olarak, öğrencilerin derse aktif katılımının

sağlanmasını göstermişlerdir. ALÖ ve TLÖ, genelde derslere ilgisiz olan bazı öğrencilerin, uygulama sürecinde söz alarak, görüş bildirdiklerini belirtmişlerdir. Materyalin geliştirilmesinde, bağlam temelli yaklaşımın esas alınması öğrencilerin konuyu günlük hayattan örneklerle somutlaştırmalarında, 5E öğretim modeline uygun olarak tasarlanması ise öğrencilerin derse katılımının ve aktif öğrenmenin sağlanmasında etkili olduğu söylenebilir. Hem 5E öğretim modeli (Spencer vd., 1999; Kılıç, 2001), hem de bağlam temelli yaklaşıma (Rayner, 2005; Yam, 2005; Murphy ve Whitelegg; 2006) yönelik literatür, bu bulguyu destekler niteliktedir.

Öğrenciler, uygulamaların olumlu ya da olumsuz yanlarıyla ilgili düşüncelerini de belirtmişlerdir. Bu konuda bir öğrenci dışında, tümü uygulamaları beğendiğini belirtmiştir. Beğendikleri olumlu yönleri; gerçek yaşam bağlamlarının kullanılması, teknolojik örneklerin yer alması ve kendilerinin derse aktif katılımlarının sağlanması olarak ifade etmişlerdir. Ayrıca iki öğrenci, öğrenci ders materyalinin kitapçık şeklinde olmasını beğendiğini de belirtmiştir. Bir öğrenci olayları sıkıcı bulduğunu, bir öğrenci ise araştırma ödevlerinin verilmesini beğenmediğini, uygulamaların olumsuz yönleri olarak göstermiştir. Öğrencinin bazı olayları sıkıcı bulmalarına, BORAN'dan elde edilen nitel gözlem bulguları ve öğretmen mülakatlarında da rastlanmıştır. Whitelegg ve Edwards'ın (2001) çalışmalarında da benzer şekilde, bazı öğrencilerin kullanılan bağlamları sıkıcı bulmalarıyla karşılaşmıştır. Murphy (1994) ve Hennessy (1993), bağlam temelli öğretim uygulamalarında, öğrenciler için uygun bağlamlar kullanmanın önemine vurgu yapmaktadırlar. Öğrencilerin bireysel farklılıkları düşünüldüğünde, aynı ders materyalinde tüm öğrencilerin ilgisini çekebilecek bağlamların kullanılmasının zorluğu ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle bazı öğrencilerin olayları sıkıcı bulmalarının, olayda yer alan bağlamların bu öğrencilere uygun olmamasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Ancak, bu şekilde görüş belirten öğrencilerin az sayıda olması, bağlam temelli yaklaşım açısından kabul edilebilir düzeyde olup, genel olarak materyallerin kullanılabilirliğini olumsuz olarak etkilemediği söylenebilir.

Öğrencilerin olumlu olarak belirttikleri bir konu da öğrenci ders materyalinin, kitapçık şeklinde kendilerine sunulmuş olmasıdır. Başlangıçta, öğrenci ders materyalinin çalışma yaprakları şeklinde değil de basılı kitapçık olarak öğrencilere dağıtılmasıyla, materyalin kullanılabilirliğini artırmak amaçlanmıştır. Elde edilen bulgular, belirlenen bu amacın gerçekleştiğini göstermekle birlikte, öğrencilerin materyale değer vermelerini de sağladığını göstermiştir. Ders kitaplarını taşınması gereken yükler olarak gören

öğrencilerin, materyale yönelik görüşleri bunu doğrular niteliktedir. Bununla ilgili bir öğrenci; ...“ders kitabımızın dergi şeklinde olmasını çok beğendim” şeklinde görüş belirtirken, başka bir öğrenci ...“kitabımızın ince olması taşımamızı kolaylaştırdı. Ben pek kitap getirmem okula, ama bunu her derse getirdim” demiştir. Materyalin fiziksel yapısının öğrenciler üzerindeki olumlu etkisi, öğretmenlerin de dikkatini çekmiştir. GLÖ bu durumla ilgili olarak ...“materyalin öğrencilerin elinde dergi şeklinde bulunması değer vermelerini sağladı. Hepsi derslere materyallerini getirdiler” şeklinde görüşünü belirtirken, TLÖ; ...“birde kaynağın (ders materyalinin) kitapçık şeklinde olması çok iyi oldu. Bazen öğrencilere ders kitabını dahi getiremiyoruz. Derslerde hepsi kaynağını getirdi” ifadesiyle GLÖ’yü desteklemiştir. Öğrencilerin materyale değer verdikleri ve onu derse getirmeye ve kullanmaya yönelik özen gösterdikleri, araştırmacı tarafından yapılan gözlemlerde de ortaya konulmuştur.

Araştırmanın 5. alt problemine yönelik olarak öğretmenlerin görüşleri, yukarıda belirtilenlerle sınırlı kalmamıştır. Öğretmenlerin, uygulamaların nasıl geçtiğine ilişkin görüşlerinde, tüm öğretmenler uygulamaların verimli geçtiğini ve öğrencilerin öğrenmelerine önemli katkılar sağladığını belirtmiştir. GLÖ, materyalin öğrenci seviyesine uygun olduğundan söz ederken; ALÖ, etkinliklerin öğrencilerde ilgi ve merak duygusu uyandırdığını ve derse katılımını artırdığını belirtmiştir. TLÖ ise benzer şekilde, öğrencilerin derse aktif katılımını sağladığını ve dolayısıyla öğrenmelerini olumlu etkilediğini ifade etmiştir. Ayrıca TLÖ, uygulamaların kendi mesleki gelişimine de katkı sağladığını bildirmiştir. TLÖ bu düşüncesini; “...bu sene bize yeni programı verdiler uygula dediler, ancak yeni yaklaşımlarla ilgili hiçbir eğitim vermediler. Sizin yaptığınız seminerde bazı şeyleri daha iyi anladım. Zaten bu uygulamalarla da bunu pekiştirmiş oldum” şeklinde belirtmiştir.

Öğretmenlere uygulamada karşılaşılan eksikler de sorulmuştur. Bu soruya öğretmenler en fazla değerlendirme kısmındaki soruların yetersiz olduğunu ve problemlere daha fazla yer verilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. TLÖ, bu kısımlara bulmaca türü etkinliklerin de eklenmesinin yararlı olacağını belirtmiştir. GLÖ ise konuya başlarken kullanılan olayların fazla olduğunu, bunların daha seyrek kullanılması gerektiğini bildirmiştir. Öğretmenlerin değerlendirme kısımlarını yetersiz bulmaları, geleneksel öğretime ve dolayısıyla geleneksel ölçme-değerlendirmeye alışkın olmalarından kaynaklanabilir. Öğretmenler, öğrenci ders materyalinde kullanılan alternatif ölçme-değerlendirme etkinliklerini (araştırma ödevi, yapılandırılmış grid, dallanmış ağaç...)

tatmin edici bulmamışlar, çoktan seçmeli konu testleri ve geleneksel açık uçlu fizik problemlerinin de değerlendirme kısımlarında kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir. Özsevgeç (2007), 5E öğretim modelini kullanarak yürüttüğü çalışmasında, alternatif değerlendirme tekniklerinin kullanılmasının, öğrenilen bilgilerin hatırlanmasını ve uzun süreli bellekte tutulmasını sağladığını belirtmektedir. Bu bakımdan öğrenci ders materyaline, alternatif değerlendirmeden vazgeçilmeden ve modelin yapısı bozulmadan, öğretmenlerin kaygılarını da dikkate alarak, birkaç konuyu kapsayan ara değerlendirmelerin eklenmesi önerilebilir.

Öğretmenler uygulamaların mesleki gelişimlerine katkı sağladığını da belirtmişlerdir. Bu konuyla ilgili TLÖ'nün yukarıda belirtilen görüşüne ek olarak tüm öğretmenler uygulama sonrası öğrencilerin derse ilgilerinin önemini farkına vardıklarını ve ilgi oluşturmada günlük yaşamdan örneklerin kullanılması gerektiğini vurgulamışlardır. Bununla birlikte öğrencilerin derse aktif katılımının sağlanması gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmenlerin uygulama sürecindeki mesleki gelişimleri de dikkat çekicidir. BORAN'dan elde edilen nitel bulgulara bakıldığında özellikle TLÖ'nün geleneksel yöntemden uzaklaşarak, yapılandırmacı yaklaşımı benimsediği ve bunun davranışlarına yansıdığı görülmüştür.

BORAN'dan elde edilen nitel ve nicel bulgular, geliştirilen materyallerin uygulanabilirliğine yönelik kanıtların ortaya konulması açısından da önem taşımaktadır. Nicel bulgular incelendiğinde, girme aşamasında 10 maddeden 5'inin tüm gruplarda istenilen düzeyde gerçekleştiği, 3 maddenin ise gerçekleşmediği görülebilmektedir (Tablo 51). Bu 3 madde, öğrencilerin konuyu anlayabilmek için yeteri kadar soru sormadığını (3. madde), öğretmenin dersin nasıl işleneceğini açıklamadığını (4. madde) ve yapılan tartışmaların öğrencilerin önceki bilgi ve deneyimlerini hatırlamalarında yeteri kadar etkili olmadığını (9. madde) ortaya koymuştur. Özellikle 4. maddenin grup ortalamalarına göre, oldukça düşük değer alması dikkat çekici olup, bu durumun; öğretmen kılavuzunda, dersin nasıl işleneceğine yönelik öğrencilere bilgi verilmesi konusunda bir hatırlatmanın bulunmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan tartışmaların öğrencilerin önceki bilgi ve deneyimlerini hatırlamalarında yeteri kadar etkili olmaması ise öğretmen kılavuzunda öğrencilerin sahip olmaları beklenen ön bilgilerden söz edilmesine rağmen öğretmenlerin bunlara önem vermemelerinden kaynaklanabilir. Bununla birlikte GL ve TL gruplarında öğrencilerin fikir ve önerilerinin sınıf tartışması sürecinde yeteri kadar

kullanılmadığı da (6. madde) ortaya konulmuştur. Ayrıca sadece GL grubunda öğrenciler sınıf tartışmasına katılmada beklendiği kadar istekli davranmamışlardır (2. madde).

Keşfetme aşamasında 4 maddenin tüm gruplarda istenilen düzeyde gerçekleştiği ve 3 maddenin gerçekleşmediği görülmektedir (Tablo 52). İstenilen düzeyde gerçekleşmeyen 3 madde de öğretmenlerin etkinliklere karar verirken öğrencilere yardımcı olmada (12. madde), öğrencilerin ise öğrenmelerine engel olan durumları belirtmede (13. madde) ve çalışmalar sırasında kaynakları paylaşmada (17. madde) yetersiz kaldıkları görülmüştür. Burada 12. ve 17. maddenin gerçekleşmemesi materyalin yapısından kaynaklanmaktadır. Çünkü öğretmenler materyalde yer alan etkinlikleri birebir uygulamaya çalışmışlar ve öğrencilere seçme fırsatı tanımamışlardır. 17. maddede belirtilen durumda ise derste kullanılan tek kaynağın öğrenci ders materyali olması nedeniyle ek kaynaklara ihtiyaç duyulmamıştır. Ayrıca GL ve TL gruplarında öğrenciler, grup içerisinde birbirlerine konuşma şansı vermede (14. madde) ve etkinlikler sırasında birbirlerinden bir şeyler öğrenmede (19. madde), GL ve AL gruplarında ise uygun şekilde görev dağılımı yapmada (20. madde) yetersiz kaldıkları ortaya konulmuştur.

Açıklama aşamasında tüm gruplarda 3 maddenin istenilen düzeyde gerçekleştiği ve 3 maddenin gerçekleşmediği belirlenmiştir (Tablo 53). Gerçekleşmeyen maddeler incelendiğinde; öğrencilerin açıklama yapmaları için birbirlerine sorular sormada (22. madde), tüm ifadelerin, şekillerin ve grafiklerin anlamını açıklayabilmede (28. madde) ve öğretmenin açıklama yaparken değişik kaynakları kullanmada (29. madde) yetersiz kaldıkları görülmektedir. Burada 22. maddeye yönelik olarak, açıklama aşamasında öğrencilerin birbirlerine değil, sadece öğretmenlerin öğrencilere sorular yönelttiği ve bunu yaparken de öğretmen kılavuzunun esas alındığı söylenebilir. 28. maddede görülen durumda ise kısım 4.1’de tartışılan öğrencilerin ön bilgilerinin eksik olmasından söz edilebilir. 29. maddenin gerçekleşmeme nedeni olarak, araştırmacı tarafından öğretmenlere açıklamalarında farklı kaynaklardan da yararlanabileceklerine yönelik tavsiyede bulunulmasına karşın, öğretmenlerin sadece öğrenci ders materyalini kaynak olarak kullanmaları gösterilebilir. GL ve TL gruplarında ise öğretmenler tüm öğrencilere açıklama için fırsat vermede (23. madde) ve ifadelerin gerekçelerini sorgulamada (27. madde) yetersiz kalmışlardır. Sadece TL grubunda öğretmenin, öğrencilerle ilgilenmek için yanlarına gitmede (25. madde) yetersiz kalması dikkat çekicidir.

Derinleştirme aşamasında, tüm gruplarda 10 maddeden 7’sinin istenilen düzeyde gerçekleştiği, sadece 1 maddenin gerçekleşmediği belirlenmiştir (Tablo 54). Yeterli

düzye de gerçekleşmeyen madde incelendiğinde, öğrencilerin problem çözme ve etkinliklere yaklaşımlarını birbirleri ile paylaşmada yeterli olmadıkları (32. madde), tüm gruplarda görölmüştür. Bu durum, materyalde problem çözme etkinliklerini içeren kısımlar olmamasıyla açıklanabilir. Ayrıca hem GL hem de TL gruplarında öğrencilerin problem ve etkinlikler hakkındaki düşüncelerini birbirleriyle yeteri kadar tartışmadıkları (36. madde) ve derinleştirme aşaması süresince yalnızca kendilerine söylenenler yaptıkları (37. madde) belirlenmiştir. Diğer gruplarda, yetenekli öğrencilerin etkinliklerde ön plana çıkmasına (4. madde) rağmen AL grubunda bunun fazla gözlenmemesi de dikkat çekici bir bulgu olarak karşımıza çıkmıştır. Er Nas (2008), 5E ğretim modelinin derinleştirme aşamasına odaklanarak yürüttüğü çalışmasında, öğrencilerin özellikle derinleştirme aşamasında sorunlar yaşadıklarını ortaya koymuştur. Ancak burada, tüm gruplarda 7 maddenin istenilen düzye de gerçekleşmesi, sözü edilen çalışmayla, uyumluluk göstermemektedir.

5E ğretim modelinin son aşaması olan değerlendirme aşamasında ise tüm gruplarda 3 maddenin istenilen düzye de gerçekleştiği, buna karşın 4 maddenin gerçekleşmediği ortaya konulmuştur (Tablo 55). Tüm gruplara bakıldığında, “ğrencilerin uygulamalarda teorik araştırmalara ihtiyaç duydukları gözlendi (42. madde)”, “ğrencilerin etkinliklere yaptığı katkılar başarılarının belirlenmesinde etkili oldu (45. madde)”, “ğretmen öğrencilerle görüşerek konuyla ilişkili bilgilerini ortaya çıkarmaya çalıştı (48. madde)” ve “ğrenciler, etkinlik performanslarının başarı olarak değerlendirileceğini biliyorlar (49. madde)” şeklindeki maddelerin yeterli düzye de gerçekleşmediği görölmektedir. Ayrıca GL ve TL gruplarında öğrencilerin ders sürecinde ğretmen ve grup arkadaşlarıyla iletişime önem vermede (47. madde) yetersiz kaldıkları ortaya konulmuştur. AL grubunda ise öğrencilerin, tüm etkinliklerin uygulanmasında öğretmenden kısmen yardım istedikleri (44. madde) belirlenmiştir. Tüm gruplarda 41, 46 ve 50. maddelerin oldukça yüksek ortalamaya sahip olması da dikkat çekici bir bulgu olarak görölmüştür.

Genel olarak BORAN’ın nicel kısmından elde edilen bulgulara bakıldığında, 5E ğretim modelinin çoğunlukla gerçekleştiği, gerçekleşmediği düşünölen maddelerin ise 2,50-3,00 arasında ortalamaya sahip olduğu görölmüştür. Tüm gruplarda gerçekleşmeyen maddelerin ğrenci ders materyali ya da ğretmen kılavuzundaki eksikliklerden, bununla birlikte bazı gruplarda gerçekleşip bazılarında gerçekleşmeyen maddelerin ise ğretmen ve ğrenci faktöründen kaynaklandığı söylenebilir.

BORAN’dan elde edilen nitel bulgular incelendiğinde GL deney grubunda genel olarak uygulamaların verimli bir şekilde yürütöldüğü görölmektedir (Tablo 56). Grubun

öğretmeni derslerin yürütülmesinde öğretmen kılavuzuna bağlı kalmış, ancak bazı durumlarda dersin işlenişine göre kılavuzdan uzaklaşmıştır. Bazı durumlarda, öğretmenin öğrencilerin keşfedici olmalarına fırsat vermeyerek, bilgiyi önceden verdiği ve kendisini ön plana alarak geleneksel öğretime geçtiği görülmüştür. “Enerjiyi Biçimlerine Göre Sınıflandırılım” etkinliğinde, enerji dönüşümlerine öğrencilerin değil de öğretmenin günlük hayattan örnekler vermesi bu duruma örnek olarak gösterilebilir. Ayrıca, yukarıda belirtildiği gibi, etkinliklerde kullanılan gerçek yaşamdan örneklerin, öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını artırdığı da ortaya konulmuştur. Bu grupta özellikle çay toplayan insanlar, güneş arabaları ve Bungee Jumping bağlamlarının tüm öğrencilerin ilgisini çektiği belirlenmiştir. Bu durum, bağlam temelli yaklaşımın uygulanmasının öğrenciler üzerindeki olumlu etkilerinin bir göstergesi olarak yorumlanmıştır.

AL deney grubunda uygulamalar genel olarak yapılandırmacı yaklaşım çerçevesinde yürütülmüştür (Tablo 57). Öğretmen, derslerin yürütülmesinde öğretmen kılavuzuna uygun hareket etmiş, derslere hazırlıklı gelmiştir. Öğretmenin, etkinliklerde öğrencilerin kendilerinin sonuca ulaşması için çaba göstermiş, onların bilgiye ulaşmalarına imkân tanımıştır. Bu yönleriyle bakıldığında AL grubu öğretmenin diğer öğretmenlere göre beklenen davranışları sergilemede daha başarılı olduğu söylenebilir. GL grubunda olduğu gibi, öğrencilerin derslerde genellikle istekli ve ilgili olmalarında gerçek yaşam bağlamlarının etkili olduğu ve özellikle, güneş arabaları, Bungee Jumping, ve yağmur bağlamlarının kullanıldığı uygulamalar, tüm öğrencilerin ilgisini çektiği görülmüştür.

TL deney grubunda öğretmenin davranışlarına bakıldığında, uygulama sürecinin başlarında, yapılandırmacı yaklaşıma uyum gösteremediği ve daha çok geleneksel bir anlayışla dersleri sürdürdüğü görülmüştür (Tablo 58). Bu nedenle, uygulamalarda öğretmenin, öğrencilerden görüş almadan açıklama yaptığı ve anlatım metoduna sık sık başvurduğu belirlenmiştir. Sürecin sonlarına doğru, öğretmen davranışlarını değiştirmiş, derse hazırlıklı gelmeye başlamış ve öğretmen kılavuzuna daha fazla bağlı kalmaya çalışmıştır. Öğretmenin bu süreçteki mesleki gelişimi, yapılan mülakatta kendisi tarafından da belirtilmiştir. Öğretmenin davranışlarının gelişmesiyle, uygulamaların etkililiğinin arttığı da görülmüştür. Bununla birlikte etkinliklerde kullanılan gerçek yaşamdan örneklerin, öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını artırdığı ortaya konulmuştur. Özellikle “çay toplayan insanlar, Manavgat Şelalesinin gücü, güneş arabaları, yağmur örneği ve “taşların hava sürtünmesinden etkilenmemek üzere tasarlanması” gibi bağlamların çoğunun öğrencinin ilgisini çektiği belirlenmiştir.

Tüm deney grupları genel olarak değerlendirildiğinde, hem bağlam temelli yaklaşımın hem de yapılandırmacı anlayış ve 5E öğretim modelinin, geleneksel öğretime alışkın olan öğretmenler tarafından oldukça iyi düzeyde uygulandığı, materyallerin birkaç eksiklik dışında hem tutum hem de kavramsal gelişim üzerinde etkililiğinin ortaya konulduğu açıkça görülmüştür. Materyallerde ve uygulama sürecindeki eksikliklerin belirlendiği ve bunların araştırma sonunda somut önerilerle giderilebileceği düşünülmektedir.

5. SONUÇLAR

Türkiye’de fizik öğretim programının 2007 yılında yenilenmesiyle birlikte, ortaöğretimde de geleneksel anlayıştan uzaklaşarak çağdaş öğrenme yaklaşımları benimsenmeye başlanmıştır. Bunlar arasında yer alan yapılandırmacı öğrenme kuramı (5E, 7E öğretim modelleri) ve bağlam temelli yaklaşım, yeni programın temel niteliklerini oluşturmuştur. Programın uygulayıcısı olan öğretmenler için oldukça yeni sayılabilecek olan bu yaklaşımlara uygun ve etkili öğretim uygulamaları planlamak ve yürütmek de güçleşmiştir. Bu noktada öğretmenlerin, programın öğrenme anlayışına ve kazanımlarına uygun olarak geliştirilmiş ve etkiliği deneysel olarak ortaya konulmuş öğrenci ders materyallerine ve bunları uygulamaya yardımcı olabilecek öğretmen kılavuzlarına ihtiyaç duydukları görülmüştür.

Yeni fizik öğretim programının, 9. sınıf düzeyinde tüm liselerde okul türü ayırt edilmeksizin uygulanıyor olması, geliştirilen materyallerin farklı türdeki liselerde nasıl bir etki gösterdiğinin araştırılmasını gerekli kılmıştır. Bu bağlamda tasarlanan çalışmada, ortaöğretim 9. sınıf Enerji ünitesiyle sınırlı tutulan, bağlam temelli yaklaşımla, 5E öğretim modeline uygun öğrenci ders materyalleri ve öğretmen kılavuzu geliştirilmiştir. Materyallerin geliştirilme sürecinde ilgili konunun, amaç, kazanım ve sınırlılıkların belirlenmesi, ilgili literatürün incelenmesi ve materyallerin geliştirilmesi adımları takip edilmiştir. Literatürden özellikleri belirlenen bağlam temelli yaklaşım çerçevesinde kullanılan bağlamlar, Girme aşamasından başlayarak, 5E öğretim modelinin tüm aşamalarına entegre edilmeye çalışılmıştır. Kullanılan bağlamların öğrenciler açısından ilgi ve motivasyon sağlamadaki önemi bilindiğinden, bunların öğrencilerin günlük yaşamlarından, sosyo-kültürel çevrelerinden ya da ilgi alanlarından seçilmesine özen gösterilmiştir.

Geliştirilen materyallerin uygulanması sonucu elde edilen bulgular, araştırmanın amacına yönelik olarak her bir alt problem bakımından irdelenmiştir. Çalışmanın bu bölümünde elde edilen sonuçlar, kavramsal başarıya yönelik sonuçlar, fiziğe karşı tutuma yönelik sonuçlar ve uygulamayı değerlendirmeye yönelik sonuçlar olmak üzere üç alt başlık altında sunulmuştur.

5.1. Geliştirilen Materyallerin Öğrencilerin Kavramsal Başarılarına Etkisine Yönelik Sonuçlar

Geliştirilen materyallerin öğrencilerin kavramsal başarıları üzerindeki etkisine ilişkin, çalışmadan elde edilen sonuçlar maddeler halinde sunulmuştur.

1. Öğrencilerin kavramsal başarılarını belirlemek amacıyla, ön test ve son test olarak uygulanan ENBAT'ın çoktan seçmeli kısmından elde edilen verilere göre, bağlam temelli yaklaşımla, 5E öğretim modeline uygun olarak geliştirilen materyallerin öğrencilerin kavramsal başarılarını artırdığı ortaya konulmuştur. Literatürde 5E modelinin ve bağlam temelli yaklaşımın kullanıldığı çalışmalarda da öğrencilerin kavramsal başarılarının arttığı görülmüştür (Cooper vd., 2003; Murphy vd., 2006; Çekiç Toroslu ve Güneş, 2009; Demircioğlu, 2008; Çam, 2008; Keser, 2003; Saka, 2006; Özsevgeç vd., 2006; Sağlam, 2006; Özsevgeç, 2007). Ancak, bağlam temelli yaklaşımın 5E öğretim modeline entegrasyonu ile yürütülen herhangi bir çalışmaya rastlanmadığı için, elde edilen sonucun literatürler doğrudan karşılaştırılması mümkün olmamıştır. Ortaya konulan bu sonuç, 5E öğretim modelinin kullanılmasıyla öğrencilerin bilgiyi zihinlerinde yapılandırdıkları ve kavramsal anlamların gerçekleştiği şeklinde yorumlanabilir. Bu süreçte, bağlam temelli yaklaşımın, öğrencilerin derse karşı ilgili ve motive edilmiş olarak kalmalarını sağladığı belirtilebilir. Buna göre, bağlam temelli yaklaşımın 5E öğretim modeline entegrasyonu ile, modelin kavramsal başarı üzerindeki etkisinin daha da güçlendiği söylenebilir.

2. ENBAT'ta yer alan korunumsuz bir sistemde mekanik enerjinin durumuyla ilgili soruda (Soru 1), serbest bırakılan bir topun yere çarparak zıplaması örneğinden yararlanılmıştır. Burada uygulamalar öncesinde öğrencilerin çeşitli alternatif düşüncelere sahip oldukları belirlenmiştir. Bu alternatif düşüncelerin son testte büyük oranda azaldığı ve TA anlam düzeyi oranının arttığı görülmüştür. Bu konuyla ilgili yürütülen kavramsal ön mülakatta, öğrencilerin çoğunluğu soruya “bilmiyorum” şeklinde yanıt verirken son mülakatta altı öğrenci mekanik enerjinin korunmadığına dair beklenen cevabı vermiştir. Buna karşın sadece bir öğrenci alternatif düşünce içeren görüş belirtmiştir. Bu görüş uygulama sürecinin konuyla ilgili bazı alternatif düşünceleri azalttığını ancak bazı öğrencilerin bunları sürdürdüğünü göstermektedir. “Enerjimizin Tamamı İşe Yarar Mı?” konu başlığı altında, bu kavramlara yönelik yürütülen etkinliklerde, GL ve AL gruplarının girme aşamasında, kullanılan bağlamların öğrencilerin ilgilerini çekmediği görülmüştür. Bunun devamındaki Etkinlik 8'in bazı gruplarda yapılmaması ve öğrencilerin gerekli

açıklamaları yapamamaları, ilgili kavram yanlışlarının tamamıyla giderilememesinin nedenlerini açıklayabilir. Buna göre, materyalde kullanılan bağlamların etkili olmadığı durumlarda, kavramsal başarıdaki artışın da sınırlı olduğu sonucuna ulaşılabilir.

3. Fiziksel anlamda iş kavramına yönelik, ENBAT'ta yer alan üç soruya öğrencilerin verdikleri yanıtlara göre, ön testte çok sayıda alternatif düşünce görülmüştür. Son testte bu düşüncelerin çoğunlukla ortadan kalktığı ve TA anlama düzeyi oranının arttığı belirlenmiştir. Ayrıca kavramsal ön mülakatta öğrencilerin iş kavramını günlük hayattaki iş olarak tanımlamalarına karşın son mülakatta bu tanımlarını fiziksel iş olarak değiştirdikleri ve açıklamalarında enerji, kuvvet, hareket kavramlarını kullandıkları ortaya konulmuştur. Bu sonuç, uygulamaların iş kavramı ile ilgili kavramsal başarıya olumlu katkı yaptığını göstermiştir. Burada, materyalde yer alan iş kavramıyla ilgili günlük yaşam bağlamlarının kavramsal gelişimi sağlamada etkili olduğu belirtilebilir. Öğrenci ders materyalinde iş kavramıyla ilgili etkinliklerin tüm öğrencilerin oldukça ilgisini çekmesi bu görüşü desteklemektedir.

4. Farklı durumlarda yerçekimine karşı yapılan işlerle ilgili yöneltilen soruda (soru 4), sadece canlı varlıklar tarafından iş yapılabileceği (soru 2) görüşünü destekleyen kavram yanlışlarıyla karşılaşmıştır. Bununla birlikte “en fazla merdiven çıkan en çok iş yapar” şeklindeki ifade, öğrencilerin iş kavramındaki yer değiştirmeyi alan yol ile karıştırdıklarını göstermektedir. Ön testte öğrencilerde belirlenen bu düşünceler, son testte büyük oranda azalmasına karşın tamamen giderilememiştir. Bu durum, öğrenci ders materyalinde iş kavramıyla ilgili farklı durumlara ilişkin işlemsel problemlere fazla yer verilmemesinden kaynaklanabilir.

5. Öğrencilere, enerji aktarımı kavramıyla ilgili olarak yöneltilen bir soruda (soru 5), uygulama öncesinde çeşitli alternatif düşüncelerinin varlığı ortaya konulmuştur. Uygulama sonrasında ise, AL ve TL deney gruplarında bu alternatif düşüncelerin büyük oranda azaldığı ve TA anlama düzeyi oranının arttığı sonucuna ulaşılmıştır. GL deney grubunun KY/AD anlama düzeyi oranlarında ise değişiklik olmayıp, bunun nedeninin öğrencilerde en sık görülen “durgun olan bütün cisimlerin potansiyel enerjisi vardır” alternatif düşüncesini gidermeye yönelik öğrenci ders materyalinde herhangi bir etkinliğin bulunmamasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Bu durum materyalde göze çarpan bir eksiklik olarak yorumlanabilir. Aynı kavramlara yönelik yürütülen ön mülakatlarda ise üç öğrencinin enerjinin aktarılamayacağını belirttiği görülmüştür. Son mülakatta ise tüm öğrenciler enerjinin aktarılabilceğini ifade etmişler ve buna uygun örnekler sunmuşlardır.

Öğrenci ders materyalinde, konuyla ilgili bağlamsal örneklere yer verilmesinin, bu durumu sağlamada etkili olduğu düşünülmektedir.

6. Sürtünmenin ihmal edildiği bir sistemde salınım yapan bir sarkaç ya da bunun eşdeğeri niteliğindeki salıncakta sallanan çocuğun mekanik enerjisinin durumuyla ilgili, öğrencilerin uygulama öncesinde ve sonrasında anlamaları araştırılmıştır (Soru 6, Soru 9). Bu durumla ilgili uygulama öncesinde öğrenciler literatürde de karşılaşılan (Gülçiçek ve Yağbasan, 2004) alternatif düşünceler belirtmişlerdir. Uygulama sonrasında ise bu düşüncelerin büyük ölçüde azaldığı ve TA anlama düzeyi oranlarının yükseldiği görülmüştür. Öğrencilerden ilgili kavramları, kavramsal mülakatta serbest düşmeye bırakılan cisim örneği üzerinden açıklamaları istenmiştir. Ön mülakatta öğrenciler, kinetik enerji arttığı için mekanik enerjinin de artacağını, kinetik ve potansiyel enerjinin birlikte azalacağını ya da kinetik enerjinin değişmeyeceğini belirtmelerine karşın son mülakatta bu alternatif düşüncelerden uzaklaşarak korunumlu sistemde mekanik enerjinin değişmeyeceğini ifade etmişlerdir. Buna göre, öğrenci ders materyalinde yer alan “Mekanik Enerji Her Yerde” ve “Enerjimizin Tamamı İşe Yarar Mı?” konularının öğrencilerdeki kavramsal gelişimi sağlamada etkili olduğu söylenebilir.

7. Öğrencilerin iş ve enerji kavramları arasındaki ilişkiye yönelik anlamaları ve enerji kavramına yönelik tanımlamaları hem ENBAT'ta (soru 7, soru 11) hem de kavramsal mülakatta araştırılmıştır. Uygulama öncesinde öğrencilerde, literatürde kavram yanılığısı olarak tanımlanan çeşitli görüşlerle karşılaşmıştır. Uygulamalar sonucunda bu alternatif düşüncelerin çoğunluğunun giderildiği ve TA anlama düzeyi oranlarının arttığı belirlenmiştir. Kavramsal ön mülakatta öğrencilerin bir kısmı enerjiyi iş yapabilme yeteneği olarak tanımlarken bir kısmı da belirttikleri alternatif düşüncelere benzer tanımlamalar yaptıkları görülmüştür. Son mülakatta ise beş öğrencinin enerjiyi iş kavramı üzerinden tanımladığı, bir öğrencinin “maddede var olan iç güçtür”, bir öğrencinin “besinlerden alınan güçtür” biçiminde tanımlama yaptığı görülmüştür. Öğrencilerin enerjiyle ilgili kesin bir tanımlama yapamamaları, “İş Yapabilmek İçin Neye İhtiyacımız Var?” konusunda, enerji kavramına ait kesin bir tanımlama yapmanın zorluğunun ve enerjinin türlerine göre tanımlamanın farklılaşacağına ilişkin etkinlikler yürütülmesinden kaynaklanabilir.

8. ENBAT'ta, enerji dönüşümleriyle ilgili olan sorularda (Soru 10, Soru 12), uygulama öncesinde öğrencilerin en fazla, “kütlesi ve hızı değişmeyen bir sistemin kinetik enerjisi değişebilir” (Viennot, 1997) ve “havada hareket eden cisimlerde enerji

sürtünmeyle ısıya dönüşmez” düşüncelerini belirttikleri görülmüştür. Bununla birlikte havaya atılan top örneğinde, “en yüksek noktada kinetik enerji en fazladır” ve “top, hareketi sırasında potansiyel enerjiye sahip olmaz” görüşleri de belirtilmiştir. “Mekanik Enerji Her Yerde” konu başlığı altında bu kavramlarla ilgili etkinlikler yürütülmüş olup, BORAN’dan elde edilen nitel bulgular da dikkate alındığında, ilgili konunun tüm deney gruplarında istenilen şekilde uygulandığı ve uygulama sonunda yukarıdaki alternatif düşünceler çoğunlukla giderilerek TA anlama düzeyi oranının arttığı ortaya konulmuştur. Bu konuda da öğrenci ders materyalinde yer alan günlük yaşam bağlamlarının ve 5E öğretim modeline göre yürütülen uygulamaların, kavramsal başarıyı artırdığı söylenebilir.

9. ENBAT’ta, mekanik enerji dışındaki enerji dönüşümleriyle ilgili olan sorularda (Soru 13, Soru 19), çeşitli alternatif düşüncelerle karşılaşmıştır. Bu düşüncelerin uygulama sonrasında büyük ölçüde azaldığı ve TA anlama düzeyi oranının artış gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca ilgili kavramlar, kavramsal mülakatta öğrencilere yöneltilen “enerji dönüşebilir mi?” sorusuyla da irdelenmiştir. Ön mülakatta beş öğrencinin “dönüşebilir” şeklinde yanıt verdiği bunlardan dördünün dönüşüme uygun örnek verebildiği görülmüştür. Buna karşın son mülakatta tüm öğrenciler soruya “enerji dönüşebilir şeklinde yanıt vererek, gerçek hayattan enerji dönüşümüne uygun örnekler de göstermişlerdir. Öğrencilerin verdikleri örneklerin tamamıyla günlük yaşamla ilişkili olması, onların günlük yaşamdaki enerji dönüşümü olaylarının farkına vardıklarını göstermektedir. Öğrenci ders materyalinde “Enerjiyi Biçimlerine Göre Sınıflandırılalım” konu başlığı altında, günlük yaşamdan bağlamların yer aldığı etkinliklerin, ilgili kavramsal gelişimi sağlamada etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

10. Öğrencilerin verim kavramı ve etkileyen faktörlere ilişkin anlamaları ENBAT’ta iki soruyla irdelenmiştir (Soru 14, Soru 20). Uygulama öncesinde, öğrenciler bir aracın veriminin; aracın güçlü, kuvvetli, yakıt deposunun büyük ve hızlı olmasına bağlı olduğu yönünde alternatif düşünceler belirtmişlerdir. Bununla birlikte, “verim yapılan işten bağımsızdır” ve “verim harcanan enerjiden bağımsızdır” şeklindeki alternatif düşünceler de görülmüştür. Uygulama sonrasında bu düşünceler büyük oranda giderilirken, TA anlama düzeyi oranları artmıştır. Konuyla ilgili olarak yürütülen kavramsal ön mülakatta, öğrencilerin verimi fayda-yarar veya az enerji harcama-tasarruf olarak açıkladıkları görülürken son mülakatta yaklaşık tüm öğrencilerin verilen enerji ve alınan iş’le ilişkilendirdikleri ortaya konulmuştur. Buna göre, öğrenci ders materyalinde “Verdiğimiz

Enerjinin Ne Kadarını Geri Alıyoruz?” konu başlığı altında gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin verimle ilgili kavramsal gelişimini sağlamada etkili olduğu söylenebilir.

11. Mekanik enerji ve farklı durumlardaki enerji dönüşümleriyle ilgili, ENBAT'taki sorulara (Soru 16, Soru 17) verilen yanıtlarda, uygulama öncesinde “kuvvet uygulanan cisimler kinetik enerji kazanır” ve “yükseğe çıkarılan cisimler kinetik enerji kazanır” alternatif düşünceleriyle karşılaşmıştır. Ayrıca, öğrencilerin potansiyel enerjisi, sadece cismin durgun olmasıyla ilişkilendirdikleri de belirlenmiştir. Uygulamalar sonucunda, öğrencilerdeki alternatif düşüncelerin azalmış olması ve TA anlama düzeyi oranlarındaki artış, uygulamaların etkili olduğunu göstermiştir. Buna karşın, 16. soruda, KY/AD anlama düzeyi oranlarının azalmasına rağmen, son testte A/C anlama düzeyi oranlarıyla birlikte düşünüldüğünde, öğrencilerin bu soruda beklenen kavramsal başarıyı gösteremediği görülmüştür. Bunun nedeni, 16. soruda geçen, gazların kinetik enerjisiyle ilgili bilgilere, öğrenci ders materyalinde yer verilmemesi ve uygulamalarda bu konuya yönelik örneklerin kullanılmaması olarak yorumlanmıştır.

12. Güç kavramıyla ilgili olarak ENBAT'ta yöneltilen soruda (Soru 18), öğrencilerin uygulama öncesinde güç ve kuvvet kavramlarını birbirlerine karıştırdıkları görülmüştür. Gerçekleştirilen kavramsal ön mülakatta da benzer şekilde öğrencilerin günlük hayatta güç kavramını kuvvetle eşdeğer olarak kullandıkları belirlenmiştir. Son mülakatta ise, bir öğrenci dışında, tüm öğrencilerin güç kavramını günlük hayatta bir söylem olarak kuvvet kavramıyla eş anlamlı olarak kullanmalarına karşın, fiziksel anlamdaki gücün günlük hayattakinden farklı olduğunun farkına vardıkları görülmüştür. Tüm öğrenciler, fiziksel anlamdaki gücün tanımını, beklendiği şekilde “birim zamanda yapılan iş” olarak açıklamışlardır. Öğrenciler, gücün bağlı olduğu değişkenleri de iş ve iş yapma süresi olarak belirtmişlerdir. Uygulama sonrasında, ENBAT'a verilen yanıtlardan, öğrencilerdeki, alternatif düşüncelerin büyük ölçüde azaldığı ve TA anlama düzeyi oranlarının yükseldiği de düşünüldüğünde, konuyla ilgili etkinliklerin tam olarak gerçekleşmemesine rağmen, uygulamaların etkili olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

13. Kavramsal ön mülakatta öğrenciler, bildikleri enerji türlerini; “kinetik enerji, potansiyel enerji, elektrik enerjisi ve nükleer enerji” olarak belirtmişlerdir. Uygulama sonrasında ise farklı enerji türlerinin de farkına varmışlar; kinetik enerji, güneş enerjisi, potansiyel enerji, elektrik enerjisi, kimyasal enerji, ısı enerjisi, nükleer enerji, rüzgâr enerjisi, jeotermal enerji, ışık enerjisi ve mekanik enerji'den söz etmişlerdir. Özellikle güneş enerjisinin tüm öğrenciler tarafından belirtilmesinin nedeni, öğrenci ders

materyalinde yer alan “güneş arabaları” etkinliğinin büyük ilgi görmesi olarak yorumlanmış ve genel olarak uygulamaların, öğrencilerin enerjinin değişik türlerinin farkına varmalarında etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

14. Uygulama öncesinde ENBAT’tan elde edilen kavramsal başarı puanlarına göre yapılan karşılaştırmada, AL deney grubunun GL ve TL deney grubuna göre daha başarılı olduğu, yani grubun enerji ünitesine yönelik ön bilgi ve hazır bulunuşluk düzeyinin diğer gruplardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Nitekim bu durum, uygulama sonrasında yapılan gruplar arası karşılaştırmada da aynı şekilde gerçekleşmiştir. Bu nedenle, “bağlam temelli yaklaşımla 5E öğretim modeline uygun olarak geliştirilen materyallerin” öğrencilerin başarıları üzerindeki etkisinin deney gruplarına göre farklılık gösterip göstermediğinin belirlenmesi için, grupların ön test puanları göz önüne alınarak son test puanları karşılaştırılmıştır. Buna göre, geliştirilen materyallerin öğrencilerin kavramsal başarıları bakımından, GL grubuyla diğer gruplar arasında benzer etkiler gösterdiği, buna karşın AL grubunda TL’ye göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Uygulamaların AL deney grubunda TL grubundan daha başarılı etki göstermesi, bu durumun öğretmen faktöründen kaynaklandığı şeklinde yorumlanmıştır. Çünkü nicel gözlem bulgularına göre, 5E öğretim modeli tüm aşamalarda AL grubunda TL grubundan daha etkin bir şekilde uygulanmıştır. Bununla birlikte, nitel gözlem bulguları; TL grubu öğretmenin, uygulama sürecinin başlarında, yapılandırmacı yaklaşıma uyum gösteremediğini ve çoğunlukla geleneksel bir anlayışla dersleri sürdürdüğünü, AL grubu öğretmenin ise sürecin başından itibaren, uygulamaları yapılandırmacı yaklaşım çerçevesinde yürüttüğünü, öğretmen kılavuzuna uygun hareket ettiğini ve derslere hazırlıklı geldiğini göstermiştir.

Sonuç olarak, geliştirilen materyalin kavramsal başarı üzerinde etkili olduğu, ancak bu etkinin daha da artırılmasında öğretmenin anahtar bir role sahip olduğu belirtilebilir.

5.2. Geliştirilen Materyallerin Öğrencilerin Fiziğe Karşı Tutumları Üzerindeki Etkisine Yönelik Sonuçlar

Geliştirilen materyallerin, öğrencilerin fiziğe yönelik tutumları üzerindeki etkisine ilişkin, araştırmada ortaya sonuçlar aşağıda maddeler halinde sunulmuştur.

1. Fizik Tutum Ölçeği (FTÖ) yardımıyla elde edilen bulgulara göre, FTÖ’nün her bir maddesi bakımından, ön testteki ortalama değer, son testte artış gösterdiği

belirlenmiştir. Bu artış çoğunlukla belirtilen bir üst puan aralığına geçişle sonuçlanmakla birlikte, bazı maddelerde kısmi şekilde gerçekleşerek aynı puan aralığında kaldığı da ortaya konulmuştur. Literatürde, 5E öğretim modeli uygulamalarının öğrencilerin derse yönelik tutumlarını geliştirdiği benzer çalışmalara rastlanmaktadır (Keser, 2003; Ergin, 2006; Sağlam, 2006; Özsevgeç, 2007; Altun Yalçın vd., 2010). Bununla birlikte, bağlam temelli yaklaşımla ilgili yürütülen çalışmalara bakıldığında, yaklaşımın öğrencilerin tutumlarını olumlu yönde geliştirdiği, ilgi ve motivasyonlarını artırdığı görülmüştür (Park ve Lee, 2004; Rayner, 2005; Çam, 2008; Demircioğlu, 2008). Bu yönleriyle, araştırmada ortaya konulan sonuçların, literatürle uyum gösterdiği söylenebilir.

2. FTÖ'nün boyutları bakımından incelendiğinde, Önem boyutunda tüm gruplarda ön test-son test arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın bulunduğu belirlenmiştir. Buna göre, geliştirilen materyallerin uygulanması sonucunda tüm gruplarda, öğrencilerin fiziğe ve fizik dersine verdikleri teknolojik ve toplumsal önemin arttığı ortaya konulmuştur.

3. Kavrama boyutunda sadece AL deney grubunun ön test ve son test puanları arasında son test lehine anlamlı farklılık oluşurken, GL ve TL gruplarında böyle bir farklılık oluşmamıştır. Yani GL ve TL gruplarında uygulamalar sonrasında bir değişim olmazken AL grubunda, öğrencilerin fiziği anlayabilme ve kavrayabilmeye yönelik inançlarında, anlamlı düzeyde bir artış gerçekleşmiştir.

4. Gereksinim boyutuna ilişkin bulgulara bakıldığında, GL, AL ve TL gruplarının tümünde, ön test ve son test arasında istatistiksel olarak son test lehine anlamlı bir ilişki belirlenmiştir. Buna göre, gerçekleştirilen uygulamaların, öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik ihtiyaç algılarını artırıcı bir etki gösterdiği ortaya konulmuştur.

5. İlgi boyutuna yönelik analiz sonuçlarına göre, GL, AL ve TL deney gruplarında ön test-son test arasında, son test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür. Bir başka deyişle, gerçekleştirilen uygulamalar, öğrencilerin fiziğe ve fizik dersine yönelik ilgilerini olumlu yönde geliştirici bir etki sağlamıştır.

6. Yürütülen mülakatlarda öğrenciler, derslerde sıkılmadıklarını, eğlenceli vakit geçirdiklerini ve etkinlikleri ilgi çekici bulduklarını ifade etmişlerdir. Tüm öğretmenler ise materyallerin, öğrencilerin derse yönelik ilgilerini artırdığını belirterek, öğrenci görüşlerini desteklemişlerdir. Öğrenci ve öğretmenler tarafından sözlü olarak da ifade edilen bu durum, fizik dersi öğretim programının da hedeflediği tutumları kazandırmada, materyallerin oldukça etkili olduğunu ortaya koymuştur.

7. Literatürde, tutumların kısa sürede değişmesinin veya değiştirilmesinin zor olduğu belirtilmektedir (Karamustafaoğlu, 2003; Sağlam, 2006; Özsevgeç vd., 2006). Ancak burada, uygulamaların yaklaşık 5 hafta sürmesi ve özellikle bağlam temelli yaklaşımın pek çok araştırmada ortaya konulmuş olan tutumlar üzerindeki olumlu etkisi, sonuçların güvenilirliğini artıran faktörler olarak görülmektedir.

8. Gerçekleştirilen uygulamaların fiziğe yönelik tutum üzerindeki etkisinin, Önem, Kavrama ve İlgi boyutlarında gruplara göre farklılık göstermediği belirlenmiştir. Buna göre uygulamaların, öğrencilerin fiziğe ve fizik dersine verdikleri teknolojik ve toplumsal önemi, fiziği anlayabilme ve kavrayabilmeye yönelik inançlarını ve ilgilerini artırıcı yöndeki etkisinin, tüm gruplarda benzer düzeylerde gerçekleştiği söylenebilir. Literatür incelendiğinde, konuyla ilgili olarak, aynı uygulamaların farklı deney gruplarında ne tür etkiler bıraktığına ilişkin herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bununla birlikte, elde edilen bu sonuç, materyallerin farklı türdeki liselerde uygulanabilirliğini artırmaktadır.

9. Gereksinim boyutuna yönelik analiz sonuçları, deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğunu göstermiştir. Buna göre yürütülen uygulamalar, öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik duydukları ihtiyaç algılarını geliştirmede, TL deney grubunda, AL deney grubundan daha etkili olmuştur. Bu durum, Teknik Lise öğrencilerinin teknolojik konulara daha meraklı olmaları dolayısıyla, etkinliklerde yer alan teknolojiyle ilgili bağlamların, bu öğrencilerin fiziği teknolojiyle ilişkilendirmelerini sağladığı ve fizik öğrenmeye yönelik gereksinimlerini, AL deney grubuna göre daha fazla artırdığı şeklinde yorumlanabilir.

5.3. Materyalleri ve Uygulamaları Değerlendirmeye Yönelik Sonuçlar

Geliştirilen materyaller ve bu materyallerin uygulama sürecine yönelik elde edilen sonuçlar, aşağıda maddeler halinde sunulmuştur.

1. Öğrenci-öğretmen mülakatları ve gözlem bulgularına dayanılarak; öğrencilerin yürütülen uygulamaları sıradan fizik derslerine göre çok farklı buldukları, derslere aktif olarak katıldıkları, kullanılan günlük yaşam bağlamlarının onların derse yönelik kaygılarını giderdiği, ilgi ve motivasyonlarını artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

2. Öğrenci ve öğretmen görüşlerine göre, uygulamaların öğrencilerin konuları anlamalarını, soyut kavramları somutlaştırmalarını ve aktif öğrenmeyi sağladığı ortaya konulmuştur. Materyalin geliştirilmesinde, bağlam temelli yaklaşımın esas alınması

öğrencilerin konuyu günlük hayattan örneklerle somutlaştırmalarında (Rayner, 2005; Yam, 2005; Murphy ve Whitelegg; 2006), 5E öğretim modeline uygun olarak tasarlanması ise derse katılımın ve aktif öğrenmenin sağlanmasında (Spencer vd., 1999; Kılıç, 2001) etkili olduğu söylenebilir.

3. Geliştirilen öğrenci ders materyalinin, öğrencilere çalışma yaprağı şeklinde değil de basılı kitapçık olarak sunulması, kullanılabilirliğini artırmakla birlikte, öğrencilerin materyale değer vermelerini ve onu derslere düzenli olarak getirmelerini sağlamıştır. Araştırma öncesinde öngörülenden daha fazla olumlu tepkiler alan bu durum, ders materyallerinin fiziki yapısının öğrenciler üzerindeki etkilerinin araştırılması gereğini ortaya koymuştur.

4. Mülakat ve gözlem bulguları, bazı öğrencilerin özellikle 5E öğretim modelinin girme aşamasında yer alan olayları sıkıcı bulduklarını ve ilgilerini çekmediğini göstermiş olup benzer bir durumla literatür de karşılaşmıştır (Whitelegg ve Edwards, 2001). Burada, bağlam temelli yaklaşımda kullanılan bağlamların seçiminin çok dikkat edilmesi gereken bir konu olduğu görülmektedir (Hennessy, 1993; Murphy, 1994). Öğrencilerin bireysel farklılıkları, aynı ders materyalinde tüm öğrencilerin ilgisini çekebilecek bağlamların kullanılmasının zorluğu ve bu şekilde görüş belirten öğrencilerin az sayıda olması göz önüne alındığında; bu durumun kabul edilebilir düzeyde olduğu ve öğrenci ders materyalinin uygulanabilirliğini olumsuz etkilemediği sonucuna ulaşılmıştır.

5. Araştırma sürecinde yer alan ve materyalleri kendi sınıflarında uygulayan öğretmenlere, bu sürecin mesleki gelişim bakımından olumlu katkılar yaptığı belirlenmiştir. Yeni fizik öğretim programı ile ilgili hiçbir hizmet içi eğitim almadıklarını ifade eden öğretmenler, uygulamalar öncesinde gerçekleştirilen “öğretmen eğitimi” semineri sayesinde programla ilgili teorik bilgiler kazanmışlar ve bu bilgileri hem pilot hem de asıl çalışmada uygulama imkânı yakalamışlardır. Mülakat ve gözlem bulguları, öğretmenlerin alışkın oldukları geleneksel anlayıştan uzaklaşarak, programın öngördüğü çağdaş öğretim yöntemlerini tercih ettiklerini ortaya koymuştur.

6. Öğretmenler, öğrenci ders materyalinde değerlendirme kısmındaki soruların yetersiz olduğunu belirtmişler, materyalde kullanılan alternatif ölçme-değerlendirme etkinliklerini (araştırma ödevi, yapılandırılmış grid, dallanmış ağaç...) tatmin edici bulmamışlar ve çoktan seçmeli konu testleri ve geleneksel açık uçlu fizik problemlerinin de değerlendirme kısımlarında kullanılmasını önermişlerdir.

7. 5E öğretim modelinin tüm gruplarda uygulanma durumuna yönelik olarak BORAN'ın nicel kısmından elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur:

Girme aşaması, tüm deney gruplarında çoğunlukla istenilen düzeyde uygulanmıştır. Buna karşın, öğretmenin dersin nasıl işleneceğini açıklamaması, yapılan tartışmaların öğrencilerin önceki bilgi ve deneyimlerini hatırlamalarında yeteri kadar etkili olmaması ve GL ve TL gruplarında öğrencilerin fikir ve önerilerinin sınıf tartışması sürecinde yeteri kadar kullanılmaması bu aşamanın istenilen düzeyde gerçekleşmeyen kısımlarını oluşturmuştur. Öğretmen kılavuzunda, dersin nasıl işleneceğine yönelik öğrencilere bilgi verilmesi konusunda bir hatırlatmanın bulunmamasının ve öğrencilerin sahip olmaları beklenen ön bilgilerden söz edilmesine rağmen öğretmenlerin bunlara önem vermemesinin, belirtilen eksikliklerin oluşmasına neden olduğu düşünülmüştür.

Keşfetme aşaması, tüm deney gruplarında çoğunlukla istenilen düzeyde uygulanmıştır. Kullanılacak etkinliklere karar verme ve çalışmalar sırasında kaynakları paylaşma durumlarının istenilen düzeyde uygulanamayan kısımlar olarak belirlenmesine karşın öğrenci ders materyalinde, etkinliklerin belirli olması ve çalışmada başka hiçbir kaynak kullanılmaması, bu eksikliklerin nedenlerini açıklamaktadır. Ayrıca GL ve TL gruplarında öğrenciler, grup içerisinde birbirlerine konuşma şansı vermede ve etkinlikler sırasında birbirlerinden bir şeyler öğrenmede, GL ve AL gruplarında ise uygun şekilde görev dağılımı yapmada yetersiz kaldıkları ortaya konulmuştur.

Açıklama aşamasında, istenilen niteliklerin kısmen gerçekleştiği söylenebilir. Burada tüm gruplarda öğrencilerin açıklama yapmak için birbirlerine soru sormada ve ifadelerin, şekillerin veya grafiklerin anlamını açıklayabilmede yetersiz kaldıkları görülmüştür. Öğretmen ise açıklama yaparken değişik kaynakları kullanmada yetersiz kalmıştır. Öğrencilerin açıklama yapmak için birbirlerine soru sormaları, öğretmen kılavuzunda önerilmediği için, bu durum öğretmen kılavuzunun eksik bir yönü olarak kabul edilebilir. Öğretmenlere araştırmacı tarafından, açıklamalarında farklı kaynaklardan da yararlanabileceklerine yönelik tavsiyede bulunulmasına karşın, öğretmenlerin sadece öğrenci ders materyalini kaynak olarak kullanmaları, yukarıda sözü edilen yetersizliğin nedenini ortaya koymaktadır. Bu aşamada ayrıca GL ve TL gruplarında öğretmenlerin tüm öğrencilere açıklama için fırsat vermediği, onların ifadelerinin gerekçelerini sorgulamadığı belirlenmiştir.

Derinleştirme aşaması, tüm gruplarda büyük ölçüde istenilen düzeyde gerçekleşmiştir. Bu aşamada öğrencilerin problem çözme ve etkinliklere yaklaşımlarını

birbirleriyle paylaşmada yetersiz kaldıkları görülmüştür. Bu durum, öğrenci ders materyalinde, yeteri kadar problem çözme etkinliklerini içeren kısım olmamasıyla açıklanabilir. Ayrıca bu aşamada, diğer gruplarda yetenekli öğrencilerin etkinliklerde ön plana çıkmasına rağmen, AL grubunda bunun fazla gözlenmemesi de dikkat çekici bir sonuç olarak karşımıza çıkmıştır. AL grubunun diğer gruplara göre, öğrenci yetenekleri bakımından daha homojen bir yapıda olmasının, buna neden olduğu söylenebilir.

Değerlendirme aşamasında, uygulamaların çoğunlukla istenilen düzeyde gerçekleşmesine rağmen, özellikle öğrencilerin etkinliklere yaptıkları katkıların ve etkinlik performanslarının onların başarılarını belirlemesine yönelik, süreç temelli bir değerlendirme yapılması konusunda yetersiz kaldığı görülmüştür. Bu durum hem öğrenci ders materyalinde hem de öğretmen kılavuzunda karşılaşılan bir eksiklik olarak değerlendirilmiştir.

8. Uygulama sürecinin deney gruplarına göre ayrı ayrı nitel olarak değerlendirilmesinin sonuçları aşağıda sıralanmıştır:

Genel Lise örneğinde uygulamalar genel olarak verimli bir şekilde yürütülmüştür. Grubun öğretmeni derslerin yürütülmesinde öğretmen kılavuzuna bağlı kalmış, ancak bazı durumlarda dersin işlenişine göre kılavuzdan uzaklaşmıştır. Bazı durumlarda, öğretmenin öğrencilerin keşfedici olmalarına fırsat vermeyerek, bilgiyi önceden verdiği ve kendisini ön plana alarak geleneksel öğretime geçtiği görülmüştür. Bu grupta özellikle çay toplayan insanlar, güneş arabaları ve Bungee Jumping bağlamlarının tüm öğrencilerin ilgisini çektiği belirlenmiştir. Bu durum, bağlam temelli yaklaşımın uygulanmasının öğrenciler üzerindeki olumlu etkilerinin bir göstergesi olarak yorumlanmıştır.

Anadolu Lisesi örneğinde, uygulamalar genel olarak yapılandırmacı yaklaşım çerçevesinde yürütülmüştür. Öğretmen, derslerin yürütülmesinde öğretmen kılavuzuna uygun hareket etmiş, derslere hazırlıklı gelmiştir. Bununla birlikte, etkinliklerde öğrencilerin kendilerinin sonuca ulaşması için çaba göstermiş, onların bilgiye ulaşmalarına imkân tanımıştır. Öğrencilerin derslerde genellikle istekli ve ilgili olmalarında gerçek yaşam bağlamlarının etkili olduğu ve özellikle, güneş arabaları, Bungee Jumping, ve yağmur bağlamlarının kullanıldığı uygulamaların, tüm öğrencilerin ilgisini çektiği görülmüştür.

Teknik Lise örneğinde, öğretmenin uygulama sürecinin başlarında, yapılandırmacı yaklaşıma uyum gösteremediği ve daha çok geleneksel bir anlayışla

dersleri sürdürdüğü görülmüştür. Bu nedenle, uygulamalarda öğretmenin, öğrencilerden görüş almadan açıklama yaptığı ve anlatım metoduna sık sık başvurduğu belirlenmiştir. Sürecin sonlarına doğru, öğretmen davranışlarını değiştirmiş, derse hazırlıklı gelmeye başlamış ve öğretmen kılavuzuna daha fazla bağlı kalmaya çalışmıştır. Öğretmenin bu süreçteki mesleki gelişimi, yapılan mülakatta kendisi tarafından da belirtilmiştir. Öğretmenin davranışlarının gelişmesiyle, uygulamaların etkililiğinin arttığı da görülmüştür. Bununla birlikte etkinliklerde kullanılan gerçek yaşamdan örneklerin, öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını artırdığı ortaya konulmuştur. Özellikle “çay toplayan insanlar, Manavgat Şelalesinin gücü, güneş arabaları, yağmur örneği ve “taşların hava sürtünmesinden etkilenmemek üzere tasarlanması” gibi bağlamların çoğu öğrencinin ilgisini çektiği belirlenmiştir.

6. ÖNERİLER

Bu bölümde, araştırmadan elde edilen sonuçlara ve araştırmacının deneyimlerine dayanılarak konuyla ilgili gelecekte yürütülebilecek çalışmalara yönelik öneriler sunulmuştur.

6.1. Araştırmanın Sonuçlarına Dayanılarak Sunulan Öneriler

1. Bu çalışmada, bağlam temelli yaklaşımla, 5E öğretim modeline uygun olarak geliştirilen materyallerin, 9. sınıf öğrencilerinin enerji konusundaki kavramsal başarılarını artırdığı ortaya konulmuştur. Çalışmada kullanılan öğretim uygulamaları dikkate alındığında, fizikte Enerji gibi; soyut ve hakkında öğrencilerin çok sayıda alternatif düşünceye sahip oldukları kavramların öğretiminde bağlam temelli yaklaşımın ve 5E öğretim modelinin birlikte kullanılması önerilebilir. Özellikle günlük yaşamdan ve kültürel çevreden seçilen bağlamların, öğretim sürecine dâhil edilmesinin oldukça yararlı olacağı öngörülmektedir.

2. Çalışmada geliştirilen materyaller, ilgili sınıf düzeyinde, öğretmenler tarafından bu haliyle kullanılabilmesi gibi, araştırma kapsamında belirlenen, aşağıdaki eksikliklerin tamamlanmasıyla daha da etkili olabileceği düşünülmektedir.

- a. Öğrenci ders materyalinde, “Enerjimizin tamamı işe yarar mı?” konu başlığında girme aşamasında kullanılan bağlamların GL ve AL gruplarında bazı öğrencilerin ilgisini çekmesi nedeniyle, bu kısmın öğrencilerin ilgi alanları dikkate alınarak yeniden düzenlenmesi önerilebilir.
- b. Öğrenci ders materyalinde, iş kavramıyla etkinliklerin bazı kavram yanlışlarını gidermede yetersiz kalması nedeniyle, materyalde iş’le ilgili farklı durumlara ilişkin işlemsel problemlere daha fazla yer verilmesi önerilebilir.
- c. Uygulama öncesinde, öğrencilerde varlığı belirlenen “durgun olan bütün cisimlerin potansiyel enerjisi vardır” alternatif düşüncesini gidermeye yönelik, öğrenci ders materyaline, bağlamsal bir etkinlik eklenmesi önerilebilir.
- d. Öğrenci ders materyalinde, kinetik enerji kavramı, somut ve gözle görülebilir örnekler üzerinden sunulmaya çalışılmıştır. Bu kavramla ilgili, gaz

moleküllerinin ve sıvıların kinetik enerjisiyle ilgili etkinlik ve açıklamaların da öğrenci ders materyaline eklenmesi önerilebilir. Böylece öğrencilerde oluşma ihtimali olan, sadece katı cisimlerin kinetik enerjiye sahip olabileceğine ilişkin bir alternatif düşüncenin de önlenmesi mümkün olabilir.

- e. Öğretmenler, öğrenci ders materyalinde değerlendirme kısmındaki soruların yetersiz olduğunu belirtmişler, materyalde kullanılan alternatif ölçme-değerlendirme etkinliklerini tatmin edici bulmamışlardır. Bu bakımdan öğrenci ders materyaline, alternatif değerlendirmeden vazgeçilmeden ve modelin yapısı bozulmadan, öğretmenlerin kaygılarını da dikkate alarak, birkaç konuyu kapsayan ara değerlendirmelerin eklenmesi önerilebilir.
- f. 5E öğretim modelinin derinleştirme aşamasında, öğrencilerin problem çözme ve etkinliklere yaklaşımlarını birbirleriyle paylaşmada yetersiz kaldıkları görülmüştür. Bu durum, öğrenci ders materyalinde, yeteri kadar problem çözme etkinliklerini içeren kısım olmamasıyla açıklanmıştır. Buna göre öğrenci ders materyaline, daha fazla problem çözme etkinliği eklenmesi önerilebilir.
- g. 5E öğretim modelinin değerlendirme aşamasında, öğrencilerin etkinliklere yaptıkları katkıların ve etkinlik performanslarının onların başarılarını belirlemesine yönelik, süreç temelli bir değerlendirme yapılması konusunda yetersiz kalındığı görülmüştür. Bu bakımdan, öğretmen kılavuzuna süreç temelli değerlendirmeye ilişkin bilgi ve formların eklenmesi ve öğrencilere bu tür değerlendirmeye tabi tutulacaklarının bildirilmesi önerilebilir.

3. Araştırmada uygulama öncesinde öğrencilerde tespit edilen ve araştırmanın 4. bölümünde tartışılan, alternatif düşüncelerin veya kavram yanılgılarının, örneklemin dışındaki öğrencilerde de olabileceği düşünülerek, farklı materyallerin kullanılacağı uygulamalarda da, bu alternatif düşünceleri gidermeye yönelik etkinlikler uygulanabilir. Kavramsal değişim metinleri gibi, kavram yanılgılarını gidermeye yönelik çeşitli yöntemler bu aşamalarda kullanılabilir.

4. Geliştirilen materyallerin öğrencilerin kavramsal başarıları bakımından, GL grubuyla diğer gruplar arasında benzer etkiler gösterdiği, buna karşın AL grubunda TL'ye göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu farklılığın öğretmen faktöründen kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu bakımdan, yeni fizik öğretim programının öğretmenler tarafından istenilen düzeyde uygulanabilmesi için, çalışmada yapıldığı gibi

öğretmenlere yönelik, seminer ve çalıştay şeklindeki hizmet içi eğitim faaliyetleri gerçekleştirilmelidir.

5. Çalışmada bağlam temelli yaklaşımla 5E öğretim modeline uygun olarak geliştirilen materyallerin, öğrencilerin fiziğe yönelik tutumlarını olumlu yönde geliştirdiği görülmüştür. Materyaller, tüm deney gruplarında, öğrencilerin fiziğe ve fizik dersine verdikleri teknolojik ve toplumsal önemi, fiziği anlayabilme ve kavrayabilmeye yönelik inançlarını ve ilgilerini artırıcı etkiler yapmıştır. Bu bakımdan, bu çalışmada benimsenen yaklaşımlar, fiziğin veya fen bilimlerinin farklı konularına uyarlanarak, öğrencilerin derse yönelik tutumları geliştirilebilir.

6. Geliştirilen materyaller, öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik duydukları ihtiyaç algılarını geliştirmede, TL deney grubunda, AL deney grubundan daha etkili olmuştur. Bu durum, Teknik Lise öğrencilerinin teknolojik konulara daha meraklı olmaları dolayısıyla, etkinliklerde yer alan teknolojiyle ilgili bağlamların, bu öğrencilerin fiziği teknolojiyle ilişkilendirmelerini sağladığı ve fizik öğrenmeye yönelik gereksinimlerini, AL deney grubuna göre daha fazla artırdığı şeklinde yorumlanmıştır. Bu sonuca göre, bağlam temelli yaklaşımın uygulayıcılarına, özellikle öğrencilerinin ilgi alanlarını belirlemeleri, etkinlik veya örnekleri bunlara göre tasarlamaları önerilebilir. Böylece yaklaşımın etkililiğinin artırılacağı öngörülmektedir.

6.2. Araştırmacının Deneyimlerine Dayanılarak Diğer Araştırmacılara Yönelik Öneriler

1. Bu çalışmada, üç farklı tür liseden öğrencilerin katılımıyla gerçekleştirilmiş olsa da, ortaya konulan sonuçların genellenebilirliğinin artırılması için örneklem ve lise çeşitliliği artırılarak başka çalışmalar da yürütülmelidir.

2. Çalışmada bağlam temelli yaklaşımın 5E öğretim modelinin aşamalarına entegre edilmesiyle enerji ünitesine yönelik materyaller geliştirmiştir. Bu materyal geliştirme modeli, fiziğin ve fen bilimlerinin farklı konularına da uyarlanarak gerçekleştirilecek deneysel çalışmaların sonuçları, burada ortaya konulan sonuçlarla karşılaştırılabilir. Ayrıca kontrol gruplu deneysel desenler kullanılarak, modelin geleneksel ya da farklı öğretim yaklaşımlarına göre etkililiği kıyaslanabilir.

3. Bu çalışmada geliştirilen materyallerin, araştırma probleminin doğasına uygun olarak, toplam 83 öğrencinin kavramsal başarıları üzerindeki etkililiği incelenmiştir.

Örneklemin oldukça geniş olması nedeniyle, uygulamaların katılımcı her bir öğrencinin, bireysel olarak kavramsal gelişimine etkisi, ayrıntılı bir şekilde değerlendirilememiştir. Bu bağlamda, gelecekte yürütülecek olan çalışmalarda, daha sınırlı bir örnekleme, materyallerin öğrencilerin kavramsal gelişimine etkisi, kavram yanılgılarının ne düzeyde giderildiği ve öğrencilerin süreç içindeki gelişimi ayrıntılı bir şekilde değerlendirilebilir.

4. Bu çalışmada, öğrenci kazanımlarının kalıcılığını belirmeye yönelik olarak, geciktirilmiş test uygulaması yapılmamıştır. Geciktirilmiş testlerin aynı örneklem grubuna ikinci, üçüncü ve dördüncü yıllarda da uygulanmasının sonucunda boylamsal bir çalışma yapılabilir. Böylece, kavram yanılgıları ve kavramsal değişim hakkında daha detaylı bilgilere ulaşılabilir.

5. Çalışmada 5E öğretim modelinin değerlendirme basamağı bazı durumlarda, öğrencilere araştırma ödevleri olarak verilmiş ve bir sonraki derste bunların sunulması istenmiştir. Bu gibi durumlarda, verilen araştırma konusu, bir sonraki dersin girme basamağıyla ilişkili olarak seçildiğinden, yapılan sunumlar yeni konunun girme basamağı için zemin hazırlamıştır. Benzer uygulamalar, fen bilimleri ile ilgili derslerde, 5E modelinin uygulanmasında yürütülebilir.

6. Geliştirilen öğrenci ders materyalinin, öğrencilere çalışma yaprağı şeklinde değil de basılı kitapçık olarak sunulması, kullanılabilirliğini artırmakla birlikte, öğrencilerin materyale değer vermelerini ve onu derslere düzenli olarak getirmelerini sağlamıştır. Araştırma öncesinde öngörülenden, daha fazla olumlu tepkiler alan bu durum, ders materyallerinin fiziki yapısının öğrenciler üzerindeki etkilerinin araştırılması gereğini ortaya koymuştur. Buna göre, aynı öğretim materyalinin farklı fiziki yapılarda öğrencilere sunulmasıyla, öğrenciler üzerindeki etkilerin nasıl olacağını araştırılması ve elde edilen sonuçlara göre materyallerin düzenlenmesi önerilebilir.

7. KAYNAKLAR

- Ahlgren, A. ve Walberg, H.J., 1973. Changing Attitudes towards Science among Adolescents, Nature, 245, 187-188.
- Aiken, L.R. ve Aiken, D.R., 1969. Recent Research on Attitudes Concerning Science, Science Education, 53, 295-305.
- Akdeniz, A. R., 1993. The Implementation of a New Secondary Physics Curriculum in Turkey: An Exploration of Teaching Activities, Doktora Tezi, Southampton Üniversitesi, Southampton, İngiltere.
- Akdeniz, A.R., Bektaş, U. ve Yiğit, N., 2000. İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Temel Fizik Kavramlarını Anlama Düzeyi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 19, 5-14.
- Akpınar, E. ve Ergin, Ö., 2005a. Yapılandırmacı Kurama Dayalı Fen Öğretimine Yönelik Bir Uygulama, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 29, 9-17.
- Akpınar, E.ve Ergin, Ö., 2005b. Yapılandırmacı Kuramda Fen Öğretmeninin Rolü, İlköğretim Online. 4,2, 55-64.
- Altun Yalçın, S., Açıslı, S. ve Turgut, Ü., 2010. 5E Öğretim Modelinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel İşlem Becerilerine ve Fizik Laboratuvarlarına Karşı Tutumlarına Etkisi, Kastamonu Eğitim Dergisi, 18,1, 147-158.
- Atasoy, Ş. ve Akdeniz, A. R., 2007. Newton'un Hareket Kanunları Konusunda Kavram Yanılgılarını Belirlemeye Yönelik Bir Testin Geliştirilmesi ve Uygulanması, Türk Fen Eğitimi Dergisi, 4,1, 45-59.
- Atasoy, Ş., 2008. Öğretmen Adaylarının Newton'un Hareket Kanunları Konusundaki Kavram Yanılgılarının Giderilmesine Yönelik Geliştirilen Çalışma Yapraklarının Etkililiğinin Araştırılması, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ayas, A. ve Demirbaş, A., 1997. Turkish Secondary Students' Conception of Introductory Chemistry Concepts, Journal of Chemical Education, 74,5, 518-521.
- Ayas, A., 1995. Fen Bilimlerinde Program Geliştirme ve Uygulama Teknikleri Üzerine Bir Çalışma: İki Çağdaş Yaklaşımın Değerlendirilmesi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 11, 149-155.
- Ayas, A., Çepni, S. ve Akdeniz, A.R., 1993. Development of the Turkish Secondary Science Curriculum, Science Education, 77,4, 433-440.
- Aycan, Ş. ve Yumuşak, A., 2003. Lise Müfredatındaki Fizik Konularının Anlaşılma Düzeyleri Üzerine Bir Araştırma, Milli Eğitim Dergisi, 159.

- Aydın, G. ve Balım, A.G., 2005. Yapılandırmacı Yaklaşımına Göre Modellendirilmiş Disiplinler Arası Uygulama: Enerji Konularının Öğretimi, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 38,2, 145-166.
- Aydoğan, S., Güneş, B. ve Gülçiçek, Ç., 2003. Isı ve Sıcaklık Konusundaki Kavram Yanılgıları, G.Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi, 23,2, 111-124.
- Aydoğmuş, E., 2008. Lise 2 Fizik Dersi İş-Enerji Konusunun Öğretiminde 5E Modelinin Öğrenci Başarısına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Balcı, S., Çakıroğlu, J. ve Tekkaya, C., 2004. 8. Sınıf Öğrencilerinin Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Konularındaki Kavram Yanılgılarını Düzeltmede 5E Öğrenme Modelinin Etkisi, VI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Bayar, F., 2005. İlköğretim 5. Sınıf Fen Bilgisi Öğretim Programında Yer Alan Isı ve Isının Maddedeki Yolculuğu Ünitesi İle İlgili Bütünleştirici Öğrenme Kuramına Uygun Etkinliklerin Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Bayrak, B. ve Erden, A.M., 2007. Fen Bilgisi Öğretim Programının Değerlendirilmesi, Kastamonu Eğitim Dergisi, 15,1, 137-154.
- Benckert, S., Context and Conversation in Physics Education, http://gupea.ub.gu.se/dspace/bitstream/2077/18144/1/gupea_2077_18144_1.pdf 15 Mart 2008.
- Bennett, J. ve Lubben, F., 2006. Context Based Chemistry: The Salters Approach. International Journal of Science Education, 28,9, 999-1015.
- Bennett, J., 2003. Context-Based Approaches to the Teaching of Science, In J. Bennett (Ed.), Teaching and Learning Science: A Guide to Recent Research and Its Applications, London: Continuum, 99-122.
- Binnie, A., 2004. Development of a Senior Physics Syllabus in New South Wales, Physics Education, 39,6, 490-495.
- Bloom, B.S., 1998. İnsan Nitelikleri ve Okulda Öğrenme, Çev. Durmuş Ali Özçelik, Üçüncü Baskı, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul.
- Blosser, P. E., Research Matters to the Science Teacher: Using Questions in Science Classrooms, <http://science.coe.uwf.edu/narst/research/question.htm> 1 Nisan 2004.
- Bodner, G. M., Klobuchar, M. ve Geelan, D. 2001. The Many Forms of Constructivism, Journal of Chemical Education, 78, 1107.
- Boyes, E. ve Stanisstreet, M., 1990. Pupils' Ideas Concerning Energy Sources, International Science Education, 12,5, 513-529.

- Bozdoğan, A.E. ve Altunçekiç, A., 2007. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının 5E Öğretim Modelinin Kullanılabilirliği Hakkındaki Görüşleri, Kastamonu Eğitim Dergisi 15,2, 579-590.
- Brooks, J.G. ve Brooks, M.G., 1993. In Search of Understanding: The Case for Constructivist Classrooms. Alexandria, Va: Ascd.
- Brooks, M.G. ve Brooks, J. G., 1999. The Constructivist Classroom: The Courage to Be Constructivist, Educational Leadership, 57, 18-24.
- Büyüköztürk, Ş., 2007. Deneysel Desenler, Pegem A Yayıncılık, Ankara.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E.K., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F., 2008. Bilimsel Araştırma Yöntemleri, Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara.
- Bybee, R., 1993. Instructional Model for Science Education, In Developing Biological Literacy, Colorado Springs, Co: Biological Sciences Curriculum Studies.
- Çalık, M. ve Ayas, A., 2003. Çözeltilerde Kavram Başarı Testi Hazırlama ve Uygulama, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 2,14, 1-17.
- Çalık, M., 2008. Facilitating Students' Conceptual Understanding of Boiling Using A Four-Step Constructivist Teaching Method, Research in Science & Technological Education, 26,1, 59-74.
- Çalık, M., Ayas, A., Coll, R.K., Ünal, S. ve Coştu. B., 2007. Investigating the Effectiveness of A Constructivist-Based Teaching Model on Student Understanding of the Dissolution of Gases in Liquids, Journal of Science Education and Technology, 16,3, 257-70.
- Çam, F., 2008. Biyoloji Derslerinde Yaşam Temelli Öğrenme Yaklaşımının Etkileri, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Case, M.J. ve Fraser, M.D., 2001. An Investigation into Chemical Engineering Students' Understanding of the Mole and the Use of Concrete Activities to Promote Conceptual Change, International Journal of Science Education, 21,12, 1237-1249.
- Çekiç Toroslu, S. ve Güneş, B., 2009. Effect of Real-Life Context Based Instruction on Students' Conceptual Achievement about 'Energy, ESERA 2009 Conference, İstanbul, Türkiye.
- Çepni, S., 1993. New Science Teachers' Development in Turkey: Implementation for the Academy of New Teachers' Program, Doktora Tezi, Southampton Üniversitesi, İngiltere.
- Çepni, S., 1997. Lise Fizik I Ders Kitaplarında Öğrencilerin Anlamakta Zorluk Çektikleri Anahtar Kavramların Tespiti, Ç.Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi, 2,15, 1-8.

- Çepni, S., 2009. Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş, Üçüncü Baskı, Celepler Matbaacılık, Trabzon.
- Çepni, S., Akdeniz, A. ve Keser, Ö.F., 2000. Fen Bilimleri Öğretiminde Bütünleştirici Öğrenme Kuramına Uygun Örnek Materyallerin Geliştirilmesi, Türk Fizik Derneği 19. Fizik Kongresi, Elazığ.
- Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D. ve Turgut, F. M., 1997. Fizik Öğretimi. YÖK/Dünya Bankası Millî Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi.
- Çepni, S., Küçük, M. ve Bacanak, A., 2004. Bütünleştirici Öğrenme Yaklaşımına Uygun Bir Öğretmen Rehber Materyali Geliştirme Çalışması: Hareket ve Kuvvet, XII. Eğitim Bilimleri Kongresi, Ekim, Ankara, Bildiriler Kitabı: 1701-1722.
- Cerit Berber, N., 2008. İş-Güç-Enerji Konusunun Öğretiminde Pedagojik-Analojik Modellerin Kavramsal Değişimin Gerçekleşmesine Etkisi: Konya İli Örneği, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Choi, H. J. ve Johnson, S. D. 2005. The Effect of Context-Based Video Instruction on Learning and Motivation in Online Courses, American Journal of Distance Education, 19,4, 215 – 227.
- Çilenti, K., 1985. Fen Eğitimi Teknolojisi, Kadioğlu Matbaası, Ankara.
- Cobern, W. W., 1991. Contextual Constructivism: The Impact of Culture on the Learning and Teaching of Science. Paper Presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. Lake Geneva, WI.
- Cooper, S., Yeo, S. ve Zadnik, M., 2003. Australian Students' Views on Nuclear Issues: Does Teaching Alter Prior Beliefs?, Physics Education, 38, 123–129.
- Coştu, B., 2006. Kavramsal Değişimin Gerçekleşme Düzeyinin Belirlenmesi: “Buharlaşma, Yoğunlaşma ve Kaynama, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Crawley, F.E. ve Salyer, B., 1995. Origins of Life Science Teachers' Beliefs Underlying Curriculum Reform in Texas, Science Education, 79, 611-635.
- Crocker, L. ve Algina, J., 1986. Introduction to Classical and Modern Test Theory, New York: Holt, Rinehart and Winston Inc.
- Cronbach, L.J., 1970. Essentials of Psychological Testing, Harper & Row, New York, NY.
- Dawson, V. ve Soames, C., 2006. The Effect of Biotechnology Education on Australian High School Students' Understandings and Attitudes about Biotechnology Processes, Research in Science & Technological Education, 24,2, 183–98.
- Demirci, N., 2004. Students' Attitudes Toward Introductory Physics Course, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 26, 33-40.

- Demircioğlu, G., 2003. Lise II Asitler ve Bazlar Ünitesi İle İlgili Rehber Materyal Geliştirilmesi ve Uygulanması, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Demircioğlu, H., 2008. Sınıf Öğretmeni Adaylarına Yönelik Maddenin Halleri Konusuyla İlgili Bağlam Temelli Materyal Geliştirilmesi ve Etkililiğinin Araştırılması, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Diakidoy, I.A.N., Kendeou, P. ve Ioannides, C., 2003. Reading about Energy: the Effects of Text Structure in Science Learning and Conceptual Change, Contemporary Educational Psychology, 28,3, 335–356.
- Domenech, J. L., Gil-perez, D., Gras-marti, A., Guisasola, J., Torregrosa, J.M., Salinas, J., Trumper, R., Valdes, P. ve Vilches, A., 2007. Teaching of Energy Issues: A Debate Proposal for A Global Reorientation, Science & Education, 16, 43-64.
- Donaldson, N.L., 2004. The Effectiveness of the Constructing Physics Understanding (CPU) Pedagogy on the Middle School Students' Learning of Force and Motion Concepts, Doktora Tezi, Missouri Üniversitesi, USA.
- Driver, R. ve Millar, R., 1986. Teaching Energy in Schools: towards an Analysis of Curriculum Approaches, in Driver R. and Millar R. (Ed) Energy Matters, University of Leeds, Leeds, 9-24.
- Eagly, A. H.ve Chaiken, S., 1993. The Psychology of Attitudes, Fort Worth, TX: Harcourt Brace Jovanovich.
- Er Nas, S., 2008. Isının Yayılma Yolları Konusunda 5E Modelinin Derinleşme Aşamasına Yönelik Olarak Geliştirilen Materyallerin Etkililiğinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Erden, M., 1998. Eğitimde Program Değerlendirme, Üçüncü Baskı, Anı Yayıncılık, Ankara.
- ERG, 2005. Yeni Öğretim Programlarını İnceleme ve Değerlendirme Raporu, Sabancı Üniversitesi, İstanbul.
- Ergin, İ., 2006. Fizik Eğitiminde 5E Modelinin Öğrencilerin Akademik Başarısına, Tutumuna ve Hatırlama Düzeyine Etkisine Bir Örnek: İki Boyutta Atış Hareketi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ergün, M. ve Özsüer, S., 2006. Vygotsy'nin Yeniden Değerlendirilmesi, Afyon Karahisar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 2, 269-292.
- Eryılmaz, A., 2002. Effects of Conceptual Assignments and Conceptual Change Discussions on Students' Misconceptions and Achievement Regarding Force and Motion, Journal of Research in Science Teaching, 39,10, 1001–1015.
- Finkelstein, N., 2001. Context in the Context of Physics and Learning, Physics Education Research Conference Proceedings. Rochester, NY: PERC Publishing.

- Gallagher, J.J., 2000. Teaching for Understanding and Application of Science Knowledge, School Science and Mathematics, 100,9, 310-319.
- Gallagher, J.J. ve Tobin, K., 1987. Teacher Management and Student Engagement in High School Science, Science Education, 71,4, 535-555.
- Gardner, P. L., 1975. Attitudes to Science: A review, Studies in Science Education, 2,1-41.
- Glynn, S. ve Koballa, T.R., 2005. The Contextual Teaching and Learning Instructional Approach. In R. E. Yager (Ed.), Exemplary Science: Best Practices in Professional Development, Arlington, Va: National Science Teachers Association Press, 75-84.
- Gömlüksiz, M. N., 2005. Yeni İlköğretim Programına İlişkin Öğretmen Görüşlerinin Çeşitli Değişkenler Açısından Değerlendirilmesi, Eurasian Journal of Educational Research, 27, 69-82.
- Gülçiçek, Ç. ve Yağbasan, R., 2004. Basit Sarkaç Sisteminde Mekanik Enerjinin Korunumu Konusunda Öğrencilerin Kavram Yanılgıları, GÜ Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24,3, 23-38.
- Gürses, A., Açıkyıldız, M., Dogbrevar, C. ve Sözbilir, M. 2007. An Investigation into the Effectiveness of Problem-Based Learning in A Physical Chemistry Laboratory Course. Research in Science & Technological Education, 25,1, 99-113.
- Gürses, E., 2006. Durgun Elektrik Konusunda Yapılandırmacı Öğrenme Kuramına Dayalı 5E Modeline Uygun Olarak Geliştirilen Dokümanların Uygulanması ve Etkililiğinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Hennessy, S., 1993. Situated Cognition and Cognitive Apprenticeship: Implications for Classroom Learning, Studies in Science Education, 22, 1-41.
- Hewson, M.G. ve Hewson, P.W., 1983. Effect of Instruction Using Students' Prior Knowledge and Conceptual Change Strategies on Science Learning, Journal of Research in Science Teaching, 20,8, 731-743.
- Hırça, N., 2004. İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinde Enerji Kavramı ile İlgili Kavram Yanılgılarının Tespiti ve Okullar Arasındaki Farklılıklarının Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kars.
- Hırça, N., 2008. 5E Modeline Göre İş, Güç ve Enerji Ünitesiyle İlgili Geliştirilen Materyallerin Kavramsal Değişime Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Hırça, N., Çalık, M. ve Akdeniz, F., 2008. Investigating Grade 8 Students' Conceptions of 'Energy' and Related Concepts, Journal of Turkish Science Education, 5,1, 75-87.

- Horstman, B. ve White, W.G., 2002. Best Practice Teaching in College Success Courses: Integrating Best Practice Teaching Methods into College Success Courses, The Journal of Teaching and Learning, 6,1, 6-15.
- Horton, C., 2007. Student Alternative Conceptions in Chemistry, California Journal of Science Education, 7,2.
- Kalaycı, Ş (Ed) vd., 2005. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri, Asil Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kaptan, F. ve Korkmaz, H., 2001. İlköğretimde Fen Bilgisi Öğretimi, İlköğretimde Etkili Öğretme ve Öğrenme Öğretmen El Kitabı, MEB, Ankara.
- Karagöl, E., 2004. Hız ve İvme Konularındaki Kavram Yanılgılarını Gidermeye Yönelik Bütünleştirici Öğrenme Kuramına Uygun Çalışma Yapraklarının Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Karamustafaoğlu, S., 2003. Maddenin İç Yapısına Yolculuk Ünitesi ile İlgili Basit Araç-Gereçlere Dayalı Rehber Materyal Geliştirilmesi ve Öğretim Sürecindeki Etkililiği, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Karasar, N., 2003. Bilimsel Araştırma Yöntemi, 12. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kaschalk, R., 2002. Physics—Why Bother? . . . That’s Why!, Contextual Teaching Exchange, 1, 1–8.
- Keser, Ö.F., 2003. Fizik Eğitimine Yönelik Bütünleştirici Öğrenme Ortamı ve Tasarımı, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kesidou, S. ve Duit, R., 1993. Students' Conceptions of the Second Law of Thermodynamics, an Interpretive Study, Journal of Research in Science Teaching, 30,1, 85-106.
- Keskin, V., 2008. Yapılandırmacı 5E Öğrenme Modelinin Lise Öğrencilerinin Basit Sarkaç Kavramları Öğrenmelerine ve Tutumlarına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kılıç, G.B., 2001. Oluşturmacı Fen Öğretimi, Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 1,1, 9-22.
- Kind, V., Beyond Appearances: Students’ Misconceptions about Basic Chemical Ideas, 2nd Edition, Durham University, UK. Self-published; <http://www.rsc.org/education/teachers/learnnet/pdf/LearnNet/rsc/miscon.pdf> 5 Mart 2008.
- Koballa, T. R., 1988. Attitude and Related Concepts in Science Education, Science Education, 72, 115–126.
- Koç, N., 1984. Standart Başarı Testlerinin Bir Eğitim Sisteminde Verilen Çeşitli Kararlardaki Yeri ve Önemi, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 17,1.

- Köse, S., Bağ, H., Sürücü, A. ve Uçak, E., 2006. Prospective Science Teachers' about Energy International Journal of Environmental and Science Education, 1,2, 141-152.
- Krippendorff, K., 2004. Content Analysis: An Introduction to Its Methodology, Second Edition, Sage Publications, USA.
- Kruger, C., 1990. Some Primary Teachers' Ideas about Energy, Physics Education, 25, 86-91.
- Küçük, M., Çepni, S. ve Gökdere, M., 2005. Turkish Primary School Students' Alternative Conceptions about Work, Power and Energy, Journal of Physics Teacher Education, 3,2, 22-28.
- Küçüközer, H., 2004. Yapılandırmacı Öğrenme Kuramına Dayalı Olarak Geliştirilen Öğretim Modelinin Lise I. Sınıf Öğrencilerinin Basit Elektrik Devrelerine İlişkin Kavramsal Anlamalarına Etkisi, Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Kurnaz, M.A. ve Sağlam Arslan, A., 2009. Using the Anthropological Theory of Didactics in Physics: Characterization of the Teaching Conditions of Energy Concept and the Personal Relations of Freshmen to this Concept, Journal of Turkish Science Education, 6,1, 72-88.
- Kurnaz, M.A., 2007. Üniversite 1. Sınıf Seviyesinde Enerji Kavramının Öğrenim Durumlarının Analizi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Laforgia, J., 1988. The Affective Domain Related to Science Education and Its Evaluation, Science Education, 72, 407-421.
- Likert, R., 1932. The Method of Constructing an Attitude Scale, In Fishbein, M. (Ed) (1967) Readings in Attitude Theory and Measurement, New York: John Willey & Sons, Inc., 90-95.
- Lye, H., Fry, M. ve Hart, C., 2001. What Does It Mean to Teach Physics in Context: A First Case Study, Australian Science Teachers Journal, 48, 16-22.
- Marek, E.A., 1986. They Misunderstand, But they'll Pass, The Science Teacher, 32-35.
- Maskan, A. K. ve Güler, G., 2004. Kavram Haritaları Yönteminin Fizik Öğretmen Adaylarının Elektrostatik Kavram Başarısına ve Elektrostatiğe Karşı Tutumuna Etkisi, Çağdaş Eğitim Dergisi, 309, 34-41.
- MEB, 2005. İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı, Ankara.
- MEB, 2007. Ortaöğretim Fizik Dersi 9. Sınıf Öğretim Programı, Ankara.
- Menis, J., 1989. Attitudes towards School, Chemistry and Science among Upper Secondary Chemistry Students in the United States, Research in Science & Technological Education, 7,2, 185-191.

- Merriam, S.B., 1988. Case Study Research in Education: A Qualitative Approach, Jossey-Bass, San Francisco.
- Metin, M. ve Özmen, H., 2009. Sınıf Öğretmeni Adaylarının Yapılandırmacı Kuramın 5E Modeline Uygun Etkinlikler Tasarlarken ve Uygularken Karşılaştıkları Sorunlar, Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (NEF-EFMED), 3,2, 94-123.
- Millar, R., Teaching about Energy, <http://www.york.ac.uk/depts/educ/research/ResearchPaperSeries/Paper11Teachingaboutenergy.pdf> 5 Mart 2008.
- Moore, W. R. ve Foy, R. L. H., 1997. The Scientific Attitude Inventory: A Revision (SAI-II), Journal of Research in Science Teaching, 34,4, 327-336.
- Murphy, P. ve Whitelegg, E., 2006. Girls in the Physics Classroom: A Review of the Research into the Participation of Girls in Physics, Institute of Physics Report.
- Murphy, P., 1994. Gender Differences in Pupils' Reactions to Practical Work Teaching Science (Ed) Levinson, R. London: Routledge.
- Murphy, P., Lunn, S. ve Jones, L., 2006. The Impact of Authentic Learning on Students' Engagement with Physics, The Curriculum Journal, 17, 229-246.
- Nachmias, D. ve Nachmias, C., 1997. Research Methods in the Social Sciences, Second Edition, St. Martin's Pres, New York.
- Nakhleh, M. B. ve Mitchel, R.C., 1993. Concept Learning Versus Problem Solving: Is there a Difference?, Journal of Chemical Education, 64,6, 508-510.
- Nakhleh, M.B., 1992. Why Some Students Don't Learn Chemistry, Journal of Chemical Education, 69,3, 191-196.
- Neuendorf , K. A., 2002.The Content Analysis Guide Book, Second Edition, Sage Publications, USA.
- Ng, W. ve Nguyen, V. T., 2006. Investigating the Integration of Everyday Phenomena and Practical Work in Physics Teaching in Vietnamese High Schools, International Education Journal, 7,1, 36-50.
- Novak, J., 1988. Learning Science and the Science of Learning, Studies in Science Education, 15, 77-101.
- Ogborn, J., 1990. Energy, Change, Difference and Danger, School Science Review, 72,259, 81-85.
- Olenick, R. P., Comprehensive Conceptual Curriculum for Physics, (C3P Project) Department of Physics, University of Dallas, <http://phys.udallas.edu/C3P/Preconceptions.pdf> 10 Mart 2009.
- Osborne, R. ve Wittrock. C.M., 1983. Learning Science: A Generative Process, Science Education, 67,4, 489-508.

- Özcan, H. ve Kocakulah, M. S., 2007. Students' Conceptual Understanding of Conservation of Mechanical Energy: A Case Study of Grade 8 Level, 24th International Physics Congress, İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Özçelik, D.A., 1998. Ölçme ve Değerlendirme, ÖSYM Yayınları, Ankara.
- Özmen, H. ve Karamustafaoğlu, O., 2006. Lise II. Sınıf Fizik-Kimya Sınav Sorularının ve Öğrencilerin Enerji Konusundaki Başarılarının Bilişsel Gelişim Seviyelerine Göre Analizi, Kastamonu Eğitim Dergisi, 14,1, 91-100.
- Özmen, H., 2004a. Fen Öğretiminde Öğrenme Teorileri ve Teknoloji Destekli Yapılandırmacı (Constructivist) Öğrenme, The Turkish Online Journal of Educational Technology, 3,1.
- Özmen, H., 2004b. Some Students' Misconceptions in Chemistry: A Literature Review of Chemical Bonding, Journal of Science Education and Technology, 13,2, 147-159.
- Özsevgeç, T., 2006. Kuvvet ve Hareket Ünitesine Yönelik 5E Modeline Göre Geliştirilen Öğrenci Rehber Materyalinin Etkililiğinin Değerlendirilmesi, Türk Fen Eğitimi Dergisi, 3,2, 36-48.
- Özsevgeç, T., 2007. İlköğretim 5. Sınıf Kuvvet ve Hareket Ünitesine Yönelik 5E Modeline Göre Geliştirilen Rehber Materyallerin Etkililiklerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Özsevgeç, T., Çepni, S. ve Özsevgeç, L.C., 2006. 5E Modelinin Kavram Yanılgılarını Gidermedeki Etkililiği: Kuvvet-Hareket Örneği, VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Paliç, G., 2009. 9. Sınıf Enerji Ünitesine Yönelik Beyin Temelli Öğrenmeye Dayalı Web Destekli Öğretim Materyalinin Tasarlanması, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Papadouris, N., Constantinou, C.P. ve Kyratsi, T., 2008. Students' Use of the Energy Model to Account for Changes in Physical Systems, Journal of Research in Science Teaching, 45,4, 444-469.
- Pardo, J.Q. ve Partoles, J.J.S., 1995. Students and Teachers Misapplication of Le Chatelier's Principle: Implications for the Teaching of Chemical Equilibrium, Journal of Research in Science Teaching, 32,9, 939-957.
- Park, J. ve Lee, L. 2004. Analyzing Cognitive and Non-Cognitive Factors Involved In The Process of Physics Problem-Solving in An Everyday Context, International Journal of Science Education, 29, 1577-1595.
- Penick, J. E., 1995. New Goals for Biology Education, Bioscience, 45,6, 52-58
- Petty, R. 1995. Attitude Change, In Tesser, A. (Ed.), *Advanced Social Psychology*, McGraw-Hill, New York.

- Rayner, A., 2005. Reflections on Context Based Science Teaching: A Case Study of Physics Students for Physiotherapy. Poster presented at the Annual UniServe Science Blended Learning Symposium Proceedings, Sydney, Australia.
- Rennie, L.J. ve Parker, L.H., 1996. Placing Physics Problems in Real-Life Context: Students' Reactions and Performance, Australian Science Teachers Journal, 42,1.
- Sağlam Arslan, A. ve Kurnaz, M.A., 2009. Prospective Physics Teachers' Level of Understanding Energy, Power and Force Concepts, Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 10,1.
- Sağlam Arslan, A., 2009. Cross-Grade Comparison of Students' Understanding of Energy Concept, Journal of Science Education Technology, DOI: 10.1007/s10956-009-9201-3.
- Sağlam Arslan, A., Devocioğlu Kaymakçı, Y. ve Arslan, S., 2009. Alternatif Ölçme-Değerlendirme Etkinliklerinde Karşılaşılan Problemler: Fen ve Teknoloji Öğretmenleri Örneği, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 28, 1-12.
- Sağlam, M., 2006. Işık ve Ses Ünitesi Konusunda 5E Modeline Uygun Rehber Materyal Geliştirilmesi ve Etkililiğinin Araştırılması, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Şahan, B.Y. ve Tekin, L., 2007. Ortaöğretim 10. Sınıf Fizik Ders Kitabı, Zambak Yayınları, İzmir.
- Saka, A., 2006. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Genetik Konusundaki Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde 5E Modelinin Etkisi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Salta, K. ve Tzougraki, C., 2004. Attitudes toward Chemistry among 11th Grade Students in High Schools in Greece, Science Education, 88, 535-547.
- Sefton, I., 2004. Understanding Energy, Proceedings of 11th Biennial Science Teachers' Workshop, University of Sydney.
- Selley, N., 1999. The Art of Constructivist Teaching in the Primary School, David Fulton Publishers, London.
- Smerdan, B.A. ve Burkam, D.T., 1999. Access to Constructivist and Didactic Teaching: Who Gets It? Where is It Practiced?, Teachers Collage Record, 101,1, 5-34.
- Solomon, J., 1985. Teaching the Conservation of Energy, Physics Education, 20, 165-170.
- Sözbilir, M., Sadi, S., Kutu, H. ve Yıldırım, A., 2007. Kimya Eğitiminde İçeriğe/Bağlama Dayalı (Context-Based) Öğretim Yaklaşımı ve Dünyadaki Uygulamaları, I. Ulusal Kimya Eğitimi Kongresi, 108.
- Spencer, J. N., Farrell, J. J. ve Moog, R.S., 1999. A Guided Inquiry General Chemistry Course, Journal of Chemistry Education, 76, 570-574.

- Stylianidou, F., Ormerod, F. ve Ogborn, J., 2002. Analysis of Science Textbook Pictures about Energy and Pupils' Readings of Them, International Journal of Science Education, 24 ,3, 257-283.
- Süzen, S., 2009. 5E ve Geleneksel Metotla İşlenen Fen ve Teknoloji Dersinin Yapılandırılmış Gridle Değerlendirilmesi, Milli Eğitim, 181, 169-183.
- Taasoobshirazi, G. ve Carr, M., 2008. A Review and Critique of Context-Based Physics Instruction and Assessment, Educational Research Review, 3, 155–167.
- Tekbıyık, A. ve Akdeniz A. R., 2008a. İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programını Kabullemeye ve Uygulamaya Yönelik Öğretmen Görüşleri, Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (NEF-EFMED), 2,2, 23-37.
- Tekbıyık, A. ve Akdeniz, A. R., 2008b. Fizik Öğretiminde Bağlam Temelli Problemlerin Hazırlanması İçin Bir Model Geliştirme ve Etkililiğini Değerlendirme, VIII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu, Türkiye.
- Tekin, H., 1996. Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme, Yargı Yayınları, Ankara.
- Tekışık, H., 2005. Yeni İlköğretim Programlarının Uygulanmasına Öğretmenlerin Hazırlanması, Eğitimde Yansımalar: VIII, Yeni İlköğretim Programlarını Değerlendirme Sempozyumu, Kasım, Kayseri, Bildiriler Kitabı: 11-15.
- Tezbaşaran, A.A., 2008. Likert Tipi Ölçek Hazırlama Kılavuzu, Üçüncü Sürüm e-Kitap, Mersin.
- Tobin, K., 1986. Student Task Involvement and Achievement in Process-Oriented Science Activities, Science Education, 70,1, 61-72.
- Toh, K.A., Ho, B.T., Chew, C.M.K. ve Riley II, J.P., 2003. Teaching, Teacher Knowledge and Constructivism, Educational Research for Policy and Practice, 2, 195-204.
- Trefil, J. ve Hazen, R.M., 2004. Physics Matters: An Introduction to Conceptual Physics, Wiley, New York.
- Trumper, R. A., 1998. Longitudinal Study of Physics Students' Conceptions on Energy in Pre-Service Training for High School Teachers, Journal of Science Education Technology, 7,4, 311-318.
- Trumper, R., 1990. Energy and a Constructivist Way of Teaching, Physics Education, 25,4, 208-212.
- Tsai, C.C., 1999. Overcoming Junior High School Students' Misconceptions about Microscopic Views of Phase Change: A Study of An Analogy Activity, Journal of Science Education and Technology, 8,1, 83–91.

- Tsui, C.Y. ve Treagust, D.F., 2004. Conceptual Change in Learning Genetics: An Ontological Perspective, Research in Science & Technological Education, 22,2, 185-202.
- Turgut, F., 1992. Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Metotları. Dokuzuncu Baskı, Saydam Matbaacılık, Ankara.
- Turgut, M.F., Baker, D., Cunningham, R. ve Piburn, M., 1997. İlköğretim Fen Öğretimi, YÖK/ Dünya Bankası, Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi, YÖK, Ankara.
- Ünal Çoban G., Aktamış H. ve Ergin Ö., 2007. İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Enerjiyle İlgili Görüşleri, Kastamonu Eğitim Dergisi, 15,1, 175-184.
- Ünal, H., 2008. İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersinin Yaşam Temelli Yaklaşımına Uygun Olarak Yürütülmesinin “Madde-Isı” Konusunun Öğrenilmesine Etkilerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Ünal, S., Coştu, B. ve Karataş, F.Ö., 2004. Türkiye’de Fen Bilimleri Eğitimi Alanındaki Program Geliştirme Çalışmalarına Genel Bir Bakış, G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24,2, 183-202.
- Ürek, R.Ö ve Tarhan, L., 2005. Kovalent Bağlar Konusundaki Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Yapılandırıcılığa Dayalı Bir Aktif Öğrenme Uygulaması, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 28, 168-177.
- URL-1, <http://www.fizikprogrami.com> 5 Mart 2008
- URL-2, http://cayeli.meb.gov.tr/resim/egitim/toplanti_tutanaklari/zumre2009_2/Fizik_zumre.pdf 10 Mart 2009
- Viennot, L., Experimental Facts and Ways of Reasoning in Thermodynamics: Learners' Common Approach, in Connecting Research in Physics Education with Teacher Education, Tiberghian, Jossem, Barojas, Jorge, (Eds)., <http://www.physics.ohio-state.edu/~jossem/ICPE/C3.html>, 10 Mart 2009.
- Warren, J.W., 1983. Energy and Its Carriers: a Critical Analysis, Physics Education, 18,5, 209–212.
- Watson, J., 2001. Social Constructivism in the Classroom, Support for Learning, 16,3, 140-147.
- Watts, D. M., 1983. Some Alternative Views on Energy, Physics Education, 18, 213–217.
- White, R. ve Gunstone, R., 1992. Probing Understanding. Gragraphicragt Ltd., Hong Kong.
- White, R.C., 1997. Curriculum Innovation A Celebration of Classroom Practice, Open University Pres, London.

- Whitelegg, E. ve Edwards, C., 2001. Beyond the Laboratory: Learning Physics Using Real-Life Contexts. In H. Behrendt, H. Dahncke, R. Duit, W. Graber, M. Komorec, A. Kross, & P. Reiska. (Ed.), *Research in Science Education: Past, Present, and Future* Dordrecht: Kluwer, 337-342.
- Whitelegg, E. ve Parry, M., 1999. Real-Life Contexts for Learning Physics: Meanings, Issues, and Practice, *Physics Education*, 34, 68–72.
- Whitelegg, E., 1996. The Supported Learning in Physics Project, *Physics Education*, 31, 291-296.
- Yam, H.,. What is Contextual Learning and Teaching in Physics?, http://www.phy.cuhk.edu.hk/contextual/approach/tem/brief_e.html 16 Şubat 2008.
- Yaman, M., 2009. Solunum ve Enerji Kazanımı Konusunda Öğrencilerin İlgisini Çeken Bağlam ve Yöntemler, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37, 215-228.
- Yaman, M., Dervişoğlu, S. ve Soran, H., 2004. Orta Öğretim Öğrencilerinin Derslere İlgilerinin Belirlenmesi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 232-240.
- Yaşar, Ş. ve Gültekin, M., 2002. Uzaktan Eğitimde Kullanılan Ders Kitaplarının Yapılandırmacı Öğrenmeyi Gerçekleştirecek Biçimde Düzenlenmesi, Uluslararası Katılımlı Açık ve Uzaktan Eğitim Sempozyumu, Eskişehir, Türkiye. <http://aof20.anadolu.edu.tr/program.htm> 10 Şubat 2008.
- Yılmaz, A. S. ve Uzun, H., 2007. Enerji ve Toplumsal Değişim, *e-Journal of New World Sciences Academy*, 3,2, 140-151.
- Yin, R., 1994. *Case Study Research Design and Methods*, Second Edition, Sage Publications, California.
- Yuenyong, C. ve Yuenyong, J., 2007. Grade 1 to 6 Thai Students' Existing Ideas about Energy, *Science Education International*, 18,4, 289-298.
- Yürümezoğlu, K., Ayaz, S. ve Çökelez, A., 2009. İlköğretim İkinci Kademe Öğrencilerinin Enerji ve Enerji ile İlgili Kavramları Algılamaları, *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (NEF-EFMED)*, 3,2, 52-73.
- Zahorik, J. A., 1995. *Constructivist Teaching*, Phi Delta Kappa Educational Foundations, Bloomington.
- Zoller, U., 1990. Students' Misunderstandings and Misconceptions in College Freshman Chemistry (General and Organic), *Journal of Research in Science Teaching*, 27,10, 1053-1065.

8. EKLER

Ek 1. Enerji Ünitesi Öğrenci Ders Materyali

FİZİK 9



ENERJİ



Ahmet TEKBIYIK
2008

Ek 1'in devamı

Acaba Gerçekten İş Yapıyor Muyuz?

Aşağıda anlatılan olayı okuyunuz ve üzerinde tartışınız.

9. sınıf öğrencisi olan Gürkan okuldan eve gelince annesini evde yorgun bir şekilde bulur. Sebebini sorduğunda, annesi; akşama kadar çay topladığını ve çok iş yaptığını söyler. Gürkan bunu duyunca o gün okulda fizik dersinde işledikleri iş-enerji konusu aklına gelir. Biraz düşündükten sonra annesinin gerçekten söylediği gibi çay toplarken iş yapıp yapmadığı konusunda kararsız kalır. Çay toplayan insanlar fiziksel anlamda iş yaparlar mı?



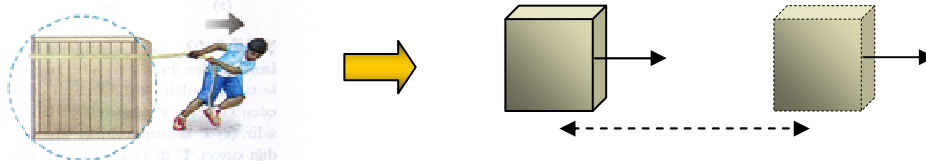
Fen ve Teknoloji derslerinde fiziksel anlamda iş yapabilmek için cisimlerin uygulanan kuvvet doğrultusunda hareket etmesi gerektiğini hatırlayınız. Bilimsel anlamda kullanılan iş tanımı günlük hayatta kullanılanlardan farklıdır. Aşağıdaki resimleri inceleyiniz. A' da sırtında ve ellerinde çanta taşıyan çocuklar, B'de arabayı çeken at ve C'de el arabasını iten bebek fiziksel anlamda iş yaparlar mı? Tartışınız.



O halde fiziksel anlamda iş yapılabilmesi için cisme bir kuvvet uygulanmasına ve cismin kuvvetin doğrultusunda yer değiştirmesine gereksinim vardır. Aşağıdaki şekilde çocuk kutuya bir kuvvet uygulayarak kutuyu hareket ettirmektedir. Eğer çocuk F kadar bir kuvvet uygularsa ve kutu Δx kadar yer değiştirirse çocuğun yaptığı iş;

$$W = F \cdot \Delta x$$

olarak ifade edilir.



Ek 1'in devamı

Kuvvet birimi Newton (N), yer değiştirme birimi metre (m) olduğundan iş birimi N.m olur. Uluslararası Birim Sisteminde (SI) iş birimi Joule (J) olup, bir cisim 1 N'luk kuvvetin etkisinde 1 m yer değiştirirse 1 J'lük iş yapıldığı ifade edilir.

Yukarıda kutuyu **F** kuvvetiyle çeken çocuk bu kuvveti kutu Δx kadar yol boyunca sürekli uygulayarak **W** kadar iş yapmıştır. O halde iş yapabilmek için kuvvetin hareket boyunca uygulanması gerekir. şimdi konuya başlarken okuduğunuz, çay toplayan insarlarla ilgili kısa olayı hatırlayınız ve bu durumu tekrar tartışınız.

örnek

şekildeki traktör arkasında bağlı bulunan konteynırı 250 metrelik sürtünmesiz yol boyunca çekerek, 2 kJ'lük (kilo joule) iş yapmıştır. Buna göre traktör yol boyunca kaç N'luk kuvvetle konteynır'ı çekmiştir?



Çözüm

Bir önceki üniteden $1\text{kJ}=1000\text{ J}$ olduğunu biliyoruz. O halde traktörün yaptığı iş 2000 J 'dür.

$W = F \cdot \Delta x$ bağıntısından $F = W/\Delta x$ olarak buluruz.

Buradan $F = 2000/250 \Rightarrow F = 8\text{ N}$ olur.



1. Bir öğrenci 7 kg kütleli çantasını evden ayrılırken yerden alıyor ve 50 cm yükseklikte tutarak sallamadan 200 m uzaklıktaki okuluna götürüyor. Öğrenci çantayı yerden 1,25 m yükseklikteki dolabına koyuyor. Öğrencinin bu eylemleri sırasında yapmış olduğu iş kaç J'dür. (yerçekimi ivmesi: $g=10\text{ m/s}^2$)

Çözüm

2. Bir gün boyunca yaptığınız eylemleri düşününüz. Bunlardan hangilerinin fiziksel anlamda iş olup, hangilerinin olmadığına karar vererek aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

Fiziksel Anlamda İş	Fiziksel Anlamda İş Değil

Ek 1'in devamı

İş Yapabilmek İçin Neye İhtiyacımız Var?

Aşağıdaki olayı okuyunuz ve üzerinde tartışınız.

Sinem her akşam yaptığı gibi yatmadan önce bir bardak süt içmek için buzdolabını açmış. Süt şişesini alıp bardağını doldurmaya hazırlanırken şişenin üzerindeki Enerji ve Besin Öğeleri etiketi dikkatini çekmiş. Etiketle ilk sırada enerji değerleri yer alıyormuş. 100 ml sütün enerji değerinin 240 kJ olduğunu okumuş. J (Joule)'ün iş birimi olduğunu hatırlamış. Enerjinin tam olarak ne anlama geldiğini bilmiyormuş ancak birimlerinin aynı olmasından dolayı fiziksel anlamdaki İş'le ilişkili olabileceğini düşünmüş. İş'le Enerji arasında bir ilişki var mıdır? Tartışınız

Enerji ve Besin Öğeleri	(100 ml için)
Enerji	57,4 kcal/240 kJ
Protein	3,1 g
Yağ	3 g
Doymuş Yağ	1,48 g
Karbonhidrat	4,5 g



Fiziksel anlamda iş yapılan sistemlerde, enerjiden söz etmek gerekir. Çünkü bu sistemler enerjileri ölçüsünde iş yapabilirler. Kamyonu tuğla yükleyen işçi iş yapar ve enerjiye ihtiyaç duyar, arabayı hareket ettiren motor, iş yapar ve enerjiye ihtiyaç duyar.

İş yaparken enerji kullanılır ve yapılan iş cisme enerji olarak aktarılır. O halde iş yapabilmek için enerji gereklidir. Ancak günlük hayatta sürekli olarak karşımıza çıkan enerji, iş-enerji ilişkisiyle açıklanabilir mi?



Yukarıdaki kısa olayda sütün besin olarak enerjisinin olduğunu görmüştük. Benzer şekilde, bitkilerin büyüyebilmek için güneşten enerji alması gerektiğini hatırlayın. İş-enerji ilişkisinde karşımıza çıkan enerji mekanik enerjidir. Mekanik enerji, cisimlerin hareketinden dolayı sahip oldukları Kinetik Enerji ve yükseklikleri veya harekete hazır konumlarından dolayı sahip oldukları Potansiyel Enerji olmak üzere iki şekilde karşımıza çıkmaktadır. Doğada enerji, mekanik enerjinin dışında başka şekillerde bulunabilir.

Ek 1'in devamı

ETKİNLİK 1**Enerjiyi Tanımlayabilir Misin?****Nasıl Yapalım?**

1. Sınıfta ikişer kişilik gruplar oluşturunuz.
2. Enerji ile ilgili yukarıda yer alan bilgileri ve enerjinin aşağıda sıralanan formlarını da dikkate alarak grup arkadaşınızla birlikte genel bir tanım yazınız.
 - *Akaryakıtlarda bulunan enerji,
 - *Besinlerde bulunan enerji,
 - *Kömür, odun gibi katı yakıtlarda bulunan enerji
 - *Elektrikte bulunan enerji
 - *Gerilmiş yayda bulunan enerji
 - *Güneşte bulunan enerji...
3. Tanımınızı sırayla tahtaya yazınız.

Ne Bulduk?

 - * Bütün tanımlardan sınıfça ortak bir enerji tanımı oluşturunuz.
 - * Bir cisim aynı anda iki farklı tür enerjiye sahip olabilir mi? Tartışınız.



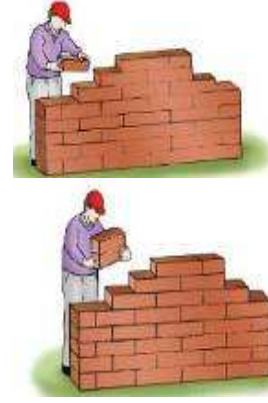
Aşağıdaki ifadelerin karşısına doğruysa **D**, yanlışsa **Y** yazınız.

- # Hareket etmeyen cisimler için enerjiden söz edilemez ()
- # Potansiyel enerjisi yalnızca yerden belli yükseklikteki cisimler için söz konusudur ()
- # Enerji olmadan iş yapılamaz ()
- # Bir cisim aynı anda iki farklı tür enerjiye sahip olamaz ()
- # Enerji bir çeşit kuvvettir ()
- # Hareketli cisimlerin sahip oldukları enerji türü Kinetik Enerjidir ()

Ek 1'in devamı

Kim Daha Güçlü?**Aşağıdaki anlatılan kısa olayı okuyunuz ve üzerinde tartışınız.**

Murat evlerinin penceresinden yolun karşı tarafındaki inşaatı izlemekteymiş. İnşaatın birinci ve ikinci katında iki usta duvar örüyormuş. İkinci kattaki bir tuğla örerken birinci kattaki ustanın iki tuğla örerek duvarı çok daha kısa sürede bitirdiğini görmüş. Murat önce Fen ve Teknoloji derslerinde gördüğü kuvvet kavramını hatırlayarak birinci kattaki ustanın daha kuvvetli olduğu için işi daha kısa sürede bitirdiğini tahmin etmiş. Ancak daha sonra tuğlaların aynı olduğunu ve tuğlaları kaldırmak için iki ustanın da eşit kuvvete ihtiyaç duyduğunu düşünerek iki usta arasındaki farkın kuvvet olmadığına karar vermiş. Birinci kattaki ustanın ikinci kattakinden farklılığı ne olmalı ki işi daha kısa sürede bitirebilsin? Bir önceki bölümde gördüğünüz iş-enerji ilişkisini göz önüne alarak tartışınız.



Yukarıdaki olayda duvar ustaları aynı büyüklükte duvarları örerek aynı işi yapmışlardır. Ancak birinci kattaki usta işi daha kısa sürede bitirmiştir. Bu durum, eşit sürede birinci kattaki ustanın diğerinden daha fazla iş yapmasıyla eş değerdir. Öyleyse yapılan iş ve geçen süreyi hangi kavram birbirine bağlamaktadır?

ETKİNLİK 2**İş-Zaman İlişkisi****Nasıl Yapalım?**

1. Kütlelerini bir elektronik terazide tarttığınız üç adet kutuyu 1, 2 ve 3 olarak numaralandırarak üzerlerine yazınız.

2. Makara, ip ve arabayı kullanarak resimdeki düzeneği oluşturunuz ve 1 nolu kutuyu ipin ucuna asınız.

3. Arabanın harekete başlama noktasını masaya işaretleyiniz.

4. Arabanın hareketi sonlandırma noktası için ise kaymayacak ağır bir kitap kullanınız.

5. Kutuyu arabanın hareketine izin verecek kadar uzun bir ipe bağlayınız.

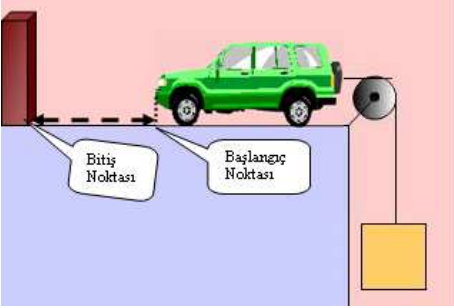
6. Arabanın harekete başlangıç ve bitiş noktaları arasını cetvelle ölçerek kaydediniz.

7. Araba, kutuyu başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki yol boyunca çekerek yer çekimine karşı iş yapacaktır. Arabanın yaptığı işi hesaplayınız ve tabloya yazınız. Arabanın başlangıç noktasından bitiş noktasına gelme süresini hesaplayınız ve tabloya yazınız ($g= 10 \text{ m/s}^2$ alınız).

8. Aynı işlemi 2 ve 3. kutuları sırasıyla birinci kutunun üzerine ekleyerek tekrarlayınız ve e tabloyu doldurunuz.



Ek 1'in devamı



Kutu Değişkeni	Yapılan iş (J)	Zaman (saniye)
1. kutu		
1. ve 2. kutu		
1., 2. ve 3. kutu		

Ne Bulduk?

1. Kutuların sayısı arttıkça arabanın yaptığı iş değişti mi? Neden?
2. Kutuların sayısı arttıkça iş yapma süresi değişti mi?
3. Yapılan işle iş yapma süresi arasında nasıl bir ilişki var?

Yukarıdaki etkinlikte olduğu gibi aynı işin farklı sürelerde yapıldığı durumları ifade etmek için **Güç** kavramı kullanılmaktadır. Güç, bir işin yapılma hızı, enerji aktarım hızı ya da birim zamanda yapılan iş olarak tanımlanabilmektedir. Yukarıdaki olayda anlatılan işçilerin durumları arasındaki farklılığın, güç olduğunu söyleyebilir miyiz? Günlük hayatta kullanılan güç kavramı fiziksel anlamdaki güçten farklılık gösterebilmektedir. Güç kelimesi günlük hayatta kuvvet kelimesiyle eş değer kullanılabilir. Örneğin “güçlü adam”, “güçlü futbol takımı” gibi kullanımlar aslında “kuvvetli” anlamını taşımaktadır.

Fiziksel anlamda güç, birim zamanda yapılan iş olarak; $Güç(P) = \frac{İş(W)}{Zaman(t)}$ eşitliği ile verilir. Güç P ile gösterilir. Uluslararası birim sisteminde (SI) güç birimi Joule/saniye ‘dir. Bu birim aynı zamanda Watt olarak adlandırılır ve W ile gösterilir. W (watt) birimi iş sembolü olan W gösterimi ile karıştırılmamalıdır.

Ek 1'in devamı**Örnek**

Manavgat Şelalesinin bir kısmında su, 1200000 kg/s'lik bir debi ile akmakta 50 m aşağı düşmektedir. Şelaleden ortaya çıkan güç aydınlatmada kullanılmak istenirse 60 W'lık ampullerden kaç tanesi yakılabilir? ($g=10 \text{ m/s}^2$ alınız)

**Çözüm**

Suyun debisinin 1200000 kg/s olması 1 saniyede 1200000 kg suyun döküldüğü anlamına gelmektedir. O halde önce suyun kuvvetini ve yer çekiminin yaptığı işi bulursak;

$$W = F \cdot \Delta x = 1200000 \cdot 10 \cdot 50 = 60.0000.000 \text{ J lük iş yapılır}$$

$$\text{O halde Suyun Gücü } P = \frac{W}{t} \Rightarrow P = \frac{600.000.000}{1} = 600 \text{ MW(mega watt) olur}$$

Bir ampul 60 W gücünde olduğundan $\frac{600000000}{60} = 10.000.000$ adet ampul suyun gücüyle yakılabilir.

**Araştırılın-Öğrenelim****İkişerli gruplar halinde çalışarak;**

1. Motorlu taşıtların motor güçlerinin hangi güç birimi ile ifade edildiğini ve bu birimin watt'la ilişkisini araştırınız. En az 10 farklı türde motorlu taşıtın motor güçlerini tablo halinde gösteriniz.

2. Güç birimi olan watt ve iş birimi olan J (joule) ifadelerinin kaynağını (nereden geldiğini) araştırınız. Araştırmalarınızı bir rapor haline getiriniz ve sınıfta kısaca sözlü olarak sununuz.

Not: Araştırmalarda internet ve diğer basılı kaynakları kullanabilirsiniz.

Ek 1'in devamı

Enerjiyi Biçimlerine Göre Sınıflandıralım

Önceki bölümlerde iş-enerji ilişkisinde mekanik enerjiden söz etmiştik ve enerjinin mekanik enerjiden farklı biçimlerde de bulunabileceğini belirtmiştik. Mekanik enerjiyi cisimlerin hareketli olmalarından dolayı sahip oldukları Kinetik Enerji ve yükseklikleri veya harekete hazır konumlarından dolayı sahip oldukları Potansiyel Enerjinin toplamı olarak tanımlamıştık.

ETKİNLİK 3

Hangi Olayda Hangi Tür Enerji

Nasıl Yapalım?

Aşağıdaki resimleri inceleyiniz ve resimlerdeki olaylarda yer alan enerji biçimlerini resimlerin altına yazınız.











Ne Bulduk?

1. Birden çok enerji türünü içeren durum var mı?
2. Enerji biçimini belirleyemediğiniz durumlar var mı? Tartışınız.
3. Bir enerji biçiminden diğerine geçişi içeren durumlar var mı? Tartışınız.

Çevremizde çok sık gördüğümüz mekanik enerji dışında enerjinin birçok farklı biçimi vardır. Örneğin, pil ve akümülatörlerdeki kimyasal enerji, televizyonumuzu çalıştıran elektrik enerjisi, barajlarda biriken sulardaki potansiyel enerji, birbirimizi duymamızı sağlayan ses enerjisi, radyoaktif maddelerdeki nükleer enerji, besinlerimizdeki kimyasal enerji enerjinin farklı biçimleri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ek 1'in devamı



Araştırma-Öğrenelim

İkişerli gruplar halinde çalışarak;

Hibrid (Hybrid) otomobiller hakkında bir araştırma yapınız. Bir hibrid otomobilin motorundaki enerji dönüşümlerini açıklayan bir şema hazırlayınız. Araştırma sonuçlarınızı poster haline getirerek sınıfta sununuz.

Mekanik Enerji Her Yerde

Aşağıda anlatılan olayı okuyunuz ve üzerinde tartışınız.

Adrenalin sporlarını çok seven Yiğit hafta sonu evde televizyondan Bungee Jumping (bancı camping) gösterilerini izliyordu. Sporcular bu sporda ayaklarına uzun bir halat bağlayarak çok yüksek bir yerden kendilerini boşluğa bırakıyorlardı. Ancak sporcular bu kadar yüksekten düşmelerine rağmen ayaklarına bağlanan halatın özelliği sayesinde herhangi bir zarar görmüyorlardı. Yiğit fizik derslerinden sporcuların yüksekten atlamalarından dolayı sahip oldukları potansiyel enerjilerinin olduğunu ve bu enerjinin düşerken kinetik enerjiye dönüştüğünü düşündü. Ancak sporcular halatla tekrar birkaç defa yukarı doğru sıçıyorlardı. Bu sistemde nasıl bir enerji dönüşümü olmaktadır? Halatta enerji birikmesi mümkün müdür? Tartışınız.



Yukarıdaki olayda sporcunun enerji dönüşümünü bir etkinlikle irdelemeye çalışalım.

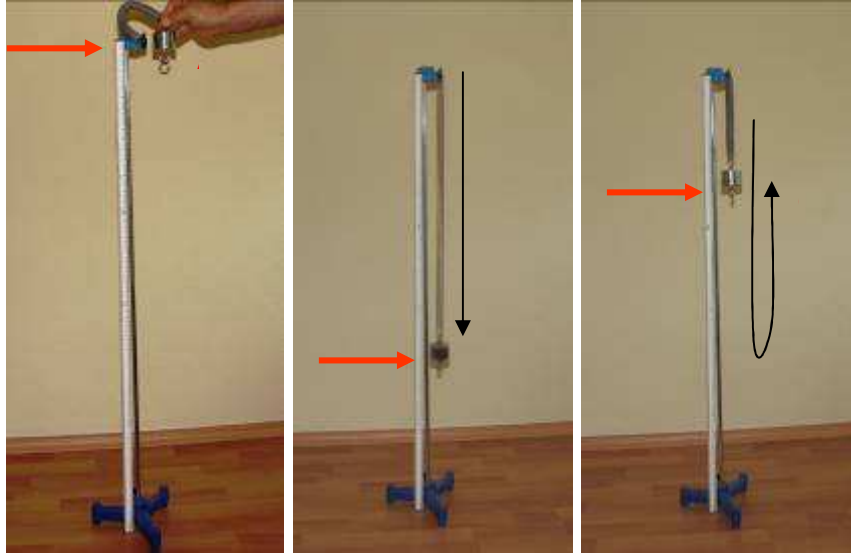
Ek 1'in devamı

ETKİNLİK 5

Bungee Jumping

Nasıl Yapalım?

1. Şekildeki düzeneği kurunuz.
2. Kurduğunuz düzeneğe kütleyi A konumuna getirerek serbest bırakınız. Hareketi gözlemleyiniz.
3. Kütle serbest bırakıldıktan sonra en fazla yere yaklaşabileceği noktayı B noktası alınız.
4. Kütlenin B noktasından sonra yukarı doğru hareketiyle ulaşabileceği en yüksek noktayı c noktası alınız.



Ne Bulduk?

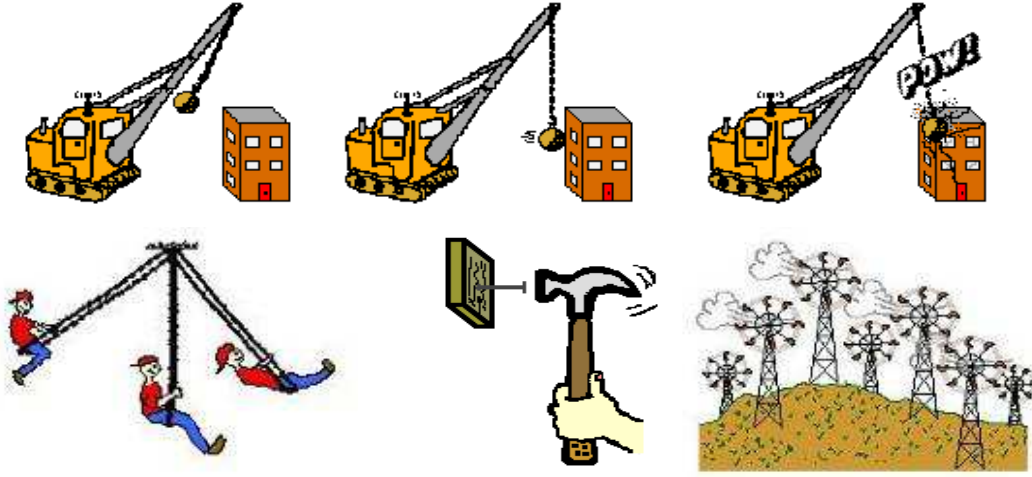
1. A, B ve C konumlarında cismin sahip olduğu mekanik enerjiyi kinetik ve potansiyel enerjinin toplamı olarak belirtiniz.
2. Cismin bir süre sonra titreşiminin durmasının sebebini tartışınız.
3. Potansiyel enerji yalnızca cisimlerin sahip olduğu yükseklikten mi kaynaklanır? Tartışınız.

Mekanik enerji yaşamın her alanında karşımıza çıkmaktadır. Yukarıdaki etkinlikte kütle çekim potansiyel enerjisi hem kinetik enerjiye hem de yay potansiyel enerjisine dönüşmüştür. Potansiyel enerji gerilmiş bir yayda, esnemiş bir cisimde, ya da kurulmuş bir saatin ve ya arabanın zembereğinde bulunabilmektedir. Diğer enerji türleri olduğu gibi mekanik enerji de olaylar içinde dönüşüm geçirmektedir. Öyle ki bir cisim aynı anda birden fazla biçimde enerjiye sahip olabilmektedir.

Ek 1'in devamı

ETKİNLİK 6**Mekanik Enerji Her Yerde****Nasıl Yapalım?**

Aşağıdaki resimleri inceleyiniz. Mekanik enerjinin hangi türünün olduğunu ve nasıl bir dönüşüm geçirdiğini tartışınız.



1 Barajda birikmiş su	2 Düz yolda hareket eden otobüs	3 Dağdan aşağı kayan kayakçı
4 Ok atmak için gerilmiş yay	5 Masada duran kitap	6 Çatıdan aşağı düşmekte olan kiremit
7 Ağacın dalına konmuş kuş	8 Yerde yuvarlanan futbol topu	9 Halteri başının üstünde tutan halterci

1. Yukarıdaki tablodan yalnızca **potansiyel enerji** içeren durumların numaralarını sıralayınız: (.....)
2. Yukarıdaki tablodan yalnızca **kinetik enerji** içeren durumları sıralayınız: (.....)
3. Tablodan **hem kinetik enerji hem de potansiyel enerji** içeren durumları sıralayınız: (.....)

Ek 1'in devamı

Enerjiyi Aktarabilir Miyiz?**Aşağıda anlatılan olayı okuyunuz ve üzerinde tartışınız.**

Ailesiyle birlikte hafta sonu pikniğe gitmeye hazırlanan Pelin, annesinin mutfakta çaydanlıkta su kaydattığını görünce suyu ne için kullanacağını sordu. Annesi de suyu kaynatarak pikniğe götüreceğini ve poşet çay kullanarak çay yapacağını söyledi. Pelin piknikte önce yemek yiyeceklerini ve çayı 2-3 saat sonra içebileceklerini düşündü. Annesine bu kadar uzun süre suyu nasıl sıcak olarak muhafaza edeceğini sorduğunda annesi termos kullanacağını, bu sayede uzun süre suyu sıcak tutabileceğini söyledi.

Pelin'in annesi ilk olarak ocakta suyu ısıtmış ve soğumaması için termosu koymuştur. Suyun ocakta ısınması sırasında ve termosu konduktan sonra enerji dönüşümü olmuş mudur? Enerji dönüşümü olmamışsa enerji nasıl bir değişim geçirmiştir? Tartışınız

**ETKİNLİK 7****Enerjiye Ne Oldu?****Nasıl Yapalım?**

Aşağıdaki üç farklı durumu okuyarak gözünüzde canlandırınız

1. Enerji balans toplarını hiç gördünüz mü? Aynı uzunluktaki iplere asılmış özdeş toplardan oluşan bu sistemde baştaki topu bir miktar çekip bıraktığınızda aradaki toplar hareket etmezken en sondaki top ilk topun yüksekliğine kadar çıkmakta ve bu işlem bir süre devam etmektedir.



2. Bilardo oyunu hepimiz bilirsiniz. Bilardoda oyuncu eğer ilk topa tam ortasından (merkezinden) vurursa ve top diğer topa yine ortasından (merkezinden) çarparsa ilk top, çarptığı anda hareketsiz kalarak diğer topu harekete geçirir.

3. Soğuk bir bardağa sıcak çay doldurulduğunda, bardağın içindeki çay kaşığının sıcaklığındaki değişime hiç dikkat ettiniz mi? Çay kaşığı, çay ilk doldurulduğunda soğukken bir süre sonra ısınmakta hatta bazen tutup çayı karıştırmak bile zor olmaktadır.

**Ne Bulduk?**

1. Yukarıdaki üç durumda sistemin veya cisimlerin enerjilerine ne olmaktadır?
2. Her üç durumun enerjileri için ortak olan özellik nedir?

Ek 1'in devamı

Yukarıdaki etkinlikte her üç durumun enerjileri için ortak olan özellik enerjinin biçim değiştirmeksizin bir cisim veya sistemden başka bir cisim veya sisteme aktarılmasıdır. 1. ve 2. durumda kinetik enerji, 3. durumda ise ısı enerjisi aktarılmıştır. Bu örneklerde olduğu gibi günlük hayatımızda da pek çok defa bir cismin veya sistemin enerjisinin bir kısmını veya tamamını başka bir sisteme aktardığını görebiliriz. Enerji aktarımı çoğu kez bizim olmasını istediğimiz bir durum olmasına rağmen bazen de olmasını istemediğimiz bir olaydır. Örneğin yemek pişirirken tencereden yemeğe ne kadar çok ısı aktarılırsa yemek o kadar çabuk pişer. Ancak yukarıdaki olayda olduğu gibi sıcak suyun soğumaması yani dışarıya ısı aktarımını olmaması için termos kullandığımız durumlarda olmaktadır. O halde termosu ısı aktarımını önlemek istediğimiz durumlarda mı kullanırız? Benzer şekilde annelerimiz mutfakta sıcak eşyaları tutmak için fırın eldiveni kullanırlar. Bu sayede elleriyle sıcak şeyler arasındaki ısı enerjisi aktarımını engellemiş olurlar. Tamamıyla çevreyle ilişkisi kesilmiş, yalıtılmış bir sistem oluşturursak enerji aktarımını engelleyerek sistem içindeki enerji miktarını sabit tutabilir miyiz?



Günlük hayatımızda ısı enerjisinin aktarılmasını ya da aktarılmamasını istediğimiz pek çok durum vardır. Aşağıdaki tabloyu bu durumlara göre doldurunuz.

Isı Enerjisinin <u>Aktarılmasını</u> İsteddiğimiz Durumlar	Isı Enerjisinin <u>Aktarılmamasını</u> İsteddiğimiz Durumlar
Yemeğin çabuk pişmesi için iyi ısı aktarımı olan tencereler kullanma	Binaların çatılarını veya dış cephelerini ısı aktarımını engelleyen malzemelerle kaplama

Dünyamız üzerinde, güneşten gelen ışınlarla sürekli bir enerji aktarımı vardır. Bu ışınlar dünyaya ısı ve ışık enerjisi taşırlar ve bir kısmı dünyadan yansyarak tekrar uzaya döner. Dünyanın yalıtılmış bir sistem olduğunu söyleyebilir miyiz?



Ek 1'in devamı

Evreni düşündüğümüzde durum farklıdır. Sistem içindeki bütün enerji aktarımları ve dönüşümleri bellidir ve tamamıyla yalıtılmıştır. Bu nedenle evrene enerji aktarımı yoktur ve evrendeki enerji miktarı sabittir. Evrende enerji hiçbir zaman yok olmaz ve yoktan var edilemez.

Sıra Sende

Aşağıdaki etkinlikte ilk kutucuktaki ifadeden başlayarak, bilgilerin doğru ya da yanlış olmasına karar vererek ok yöntünde ilerleyiniz. Her doğru kararınız size 1 puan kazandıracak ve bir sonraki aşamayı etkileyecektir. En çok puanı alacağınız çıkışı bulunuz.

Evrende enerji miktarı sabittir değişmez

D → Enerji dönüşüme uğramadan da aktarılabilir

Y → Enerji, harcanıp tüketilebilir

D → Yalıtımla enerji aktarımını engelleyebilirsiniz

Y → Yalıtılmamış sistemlerde enerji korunur

D → Dünya yalıtılmış bir sistemdir.

Y → Enerji aktarımı için ortamlar etkileşim içinde olmalıdır

D → 1. çıkış

Y → 2. çıkış

D → 3. çıkış

Y → 4. çıkış

D → 5. çıkış

Y → 6. çıkış

D → 7. çıkış

Y → 8. çıkış

Enerjimizin Tamamı İşe Yarar mı?

Aşağıda anlatılan olayı okuyunuz ve üzerinde tartışınız.

Yaşadığı bölgede çok yağmur yağın Sezen, yine yağmurlu bir günde pencereden dışarıyı izliyordu. Yağmur damlalarının yere çarpması Sezenin aklında bir soru uyandırdı. Sezen, Fizik derslerinden yükseklikleri olan cisimlerin potansiyel enerjiye sahip olduklarını ve bu cisimler düşerken potansiyel enerjilerinin kinetik enerjiye dönüşerek cisimlerin hızlanmasına neden olacağını biliyordu. Sezen, “Yağmur damlaları çok yüksekten düşüyor ve çok büyük potansiyel enerjiye sahipler, bu enerjinin kinetik enerjiye dönüşmesi durumunda damlaların bir kurşun kadar hızlı olması gerekir” diye düşündü. Gerçekten de Sezen’in düşüncesi doğrudur. O halde niçin yağmur damlaları bir kurşun hızıyla düşmeyip bizlere zarar vermiyorlar. Tartışınız.




Önceki bölümlerde enerjiyi iş yapabilme yeteneği olarak tanımlamış ve sistemlerin enerjileri ölçüsünde iş yapabileceğini belirtmiştik. Acaba sahip olunan enerjinin tamamı işe dönüştürülmekte midir? Yoksa bir kısmı kaybolmakta mıdır? Aşağıdaki etkinlikle bunu irdeleyelim.

Ek 1'in devamı

ETKİNLİK 8 **Mekanik Enerji Nasıl Dönüştü?**

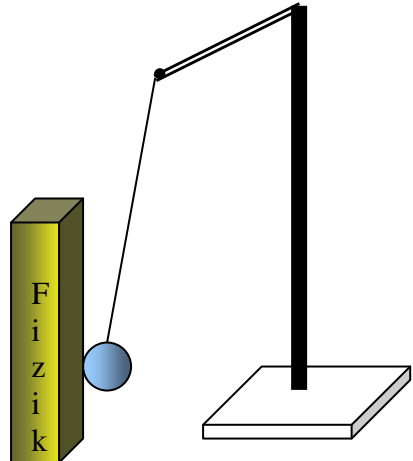
Nasıl Yapalım?

1. Şekildeki sarkaç düzeneğini kurunuz.
2. Sarkacın 20-30 cm kadar uzağına kalın bir kitabı dik olarak yerleştiriniz.
3. Kauçuk topu kitaba dokunacak kadar yaklaştırıp serbest bırakarak salınımını izleyiniz.
4. Aynı işlemi metal top için de yapınız.



Araç-Gereçler

- # ip
- # kauçuk top, metal top
- # üç ayak
- # bağlantı parçası



Ne Bulduk?

1. Kauçuk top, salınırken tekrar kitaba dokunabildi mi? Ne kadar yaklaştı?
2. Bu durum metal top için nasıldı? Metal top kitaba ne kadar yaklaşabildi?
3. Aynı deneyi suyun altında gerçekleştirseniz, topların salınımı için ne söylediniz? Tartışınız.
4. Toplar salınım sırasında enerji kaybetmiş olabilirler mi? Enerji nereye kaybolmuş olabilir? Tartışınız.

Yukarıdaki etkinlik, salınmakta sallanan bir kişinin hareketiyle benzer bir durumu ifade etmektedir. Salınmakta sallanan bir çocuğu bir başkası düzenli olarak itmezse salıncağın bir süre sonra durduğunu görmüştüzdür. Yukarıdaki etkinlikte de sarkacın başlangıçta var olan potansiyel enerjisi yere en yakın olduğu noktada maksimum kinetik



enerjiye dönüşmekte ve yükseldikçe tekrar potansiyel enerjiye dönüşmektedir. Ancak sarkaç hiçbir zaman başlangıçta olduğu yüksekliğe kadar çıkamayacak ve bir süre sonra salınım duracaktır. Bunun nedeni topların havayla temas etmesi ve harekete zıt yönde bir sürtünme kuvveti ortaya çıkmasıdır. Sürtünme, hareket sırasında enerjinin bir kısmının hava moleküllerini ısıtmasına yani cismin başlangıçtaki potansiyel enerjisinin hareket ettikçe ısı enerjisine dönüşmesine yol açacaktır.

Ek 1'in devamı

Bu deney bir sıvı içinde yapılırsa, sürtünme çok daha fazla olacak ve salınım daha kısa sürede sona erecektir. Ortaya çıkan ısı enerjisi de sıvının sıcaklığının artmasına sebep olacaktır. Şimdi yukarıdaki layda yağmur damlalarının insanlara niçin zarar vermediğini tekrar düşününüz.


Sürtünme kuvveti yaşamımızın her alanında ortaya çıkmakta ve enerjinin tamamının işe dönüştürülmesine engel olmaktadır. Bazı durumlarda işimize yararken bazı durumlarda enerji kaybı olmaması için sürtünmenin olmamasını istemekteyiz. Örneğin özellikle sürat yapması istenilen araçların (otomobil, yarış otomobili, jet, uçak) ön kısımlarının sivri olması hava sürtünmesini ve sürtünmede harcanan enerjiyi en aza indirmek içindir. Gemilerde burun kısmının sivri olması da suyla sürtünmenin en aza indirilmesini sağlamaktadır. Otomobil motorlarında da sürtünmeden dolayı enerjinin bir kısmı ısı enerjisine dönüşmekte araç motorları ısınmaktadır. Otomobillerde sıcaklık göstergelerinin bulunmasının nedeni motorun sıcaklığını kontrol altında tutmak içindir. Bu durumu en aza indirmek için otomobil motorlarında motor yağları kullanılmaktadır.

ETKİNLİK 9 **Sürtünme Kuvveti İş Yapabilir Mi?**
Nasıl Yapalım?

Masanın üzerine bir kitap veya cisim koyarak bir süre itip bırakınız ve ne olduğunu gözlemleyiniz.

Ne Bulduk?

Şekildeki gibi bir kuvvet bir cisme belli bir süre etki ederse cismin yol aldığı ve kuvvetin iş yaptığı söylenir. Ancak kuvvet kaldırılırsa cisim bir süre daha hareket eder ve sonra durur. Bu durumda kuvvetin cismi hareket ettirerek cisme aktardığı kinetik enerji, cisim durduğu için yok mu olmuştur yoksa başka bir biçime mi dönüşmüştür? Tartışınız.



Burada cismi iten kuvvet kaldırıldığında cisme herhangi bir başka kuvvet etki etmiyormuş gibi görünse de cisim zeminle temas ettiği sürece sürtünme kuvvetinin etkisi altında kalmıştır. İtici kuvvet kaldırıldığında cismin sahip olduğu kinetik enerji, sürtünme sayesinde ısı enerjisine dönüşmüştür. Dolayısıyla sürtünme kuvveti yol boyunca cisme etki ederek iş yapmış, cisme ve zemine ısı enerjisi aktarmıştır.

Ek 1'in devamı

Sürtünmede harcanan ısı enerjisini ölçebilseydik, bu enerjinin cismin sahip olduğu kinetik enerjiye eşit olduğunu görürdük. Evrendeki enerji miktarının sabit olduğu ve asla değiştirilemeyeceğinden, sürtünmede harcanan enerji de yok olmaz. Enerjinin yok edilemeyeceği ve yoktan var edilemeyeceği ilkesine “enerjinin korunumu” prensibi denir. Mekanik enerjinin kinetik enerji ve potansiyel enerjinin toplamı olduğu düşünüldüğünde eğer sistemde sürtünme yoksa ve mekanik enerjinin bir kısmı ısı enerjisine dönüşmüyorsa bu durumda “mekanik enerjinin korunduğu” söylenir.

Araştırma-Öğrenelim



1. Bir otomobilde, yakıttaki kimyasal enerjinin ne kadarının otomobilin hareketi için kullanıldığını ve geriye kalan enerjiye ne olduğunu araştırınız. Daha fazla enerjinin harekete harcanmasına yönelik çözüm önerilerinizi sıralayınız.

2. Günlük hayatımızda sürtünme kuvveti veya sürtünmede harcanan enerjinin bizler için faydalı olduğu en az beş örnek bularak, nedenleriyle birlikte yazınız.

Elde ettiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Verdiğimiz Enerjinin Ne Kadarını Geri Alıyoruz?

Yukarıdaki araştırmada bir otomobilde kullanılan yakıttan elde edilen kimyasal enerjinin çok az bir kısmının otomobili hareket ettirmek için kullanıldığını gördük. Geriye kalan enerji yok olmayarak otomobilin diğer kısımlarında sürtünmeden dolayı ısı enerjisine dönüşmekte ve kullanılmamaktadır. Yani otomobile verdiğimiz enerjinin çok az bir kısmı fiziksel anlamda işe dönüşmektedir. Bir cismin verdiğimiz enerjinin ne kadarını işe dönüştürdüğüne dair bir ölçü olabilir mi? Bu durumu bir etkinlikle irdeleyelim.



Ek 1'in devamı

ETKİNLİK 10

Hangi Asansör Tercih Edilmeli?

Nasıl Yapalım?

Yeni bir apartman inşa ettiren Mustafa Amca, apartmanına bir de asansör taktırmak istemektedir. Ancak apartmanı için en uygun asansörün hangisi olduğu konusunda kararsız kalmaktadır. İstedığı asansörün az elektrik enerjisi harcamasını ve çok yük taşımasını isteyen Mustafa Amca üç farklı asansör şirketiyle görüşüp aşağıdaki tabloda verilen asansör özelliklerini not ettikten sonra hesaplamalar yapmış ve B firmasına ait asansörü almaya karar vermiştir?



Asansör Firması	Asansörün Çıkacağı Yükseklik (m)	Taşıdığı Yük Ağırlığı (N)	Harcadığı enerji (kJ)
A Firması	25	4000	1000
B Firması	30	4400	1200
C Firması	20	4800	1200

Ne Bulduk?

1. Sizce en uygun asansör hangi şirketin asansörüdür? Sizin seçiminiz Mustafa amcanınki ile aynı mıdır?
2. Mustafa Amca asansör şirketini seçerken nasıl bir yol izlemiş olabilir? Tartışınız.
3. Enerji harcanan ve iş yapılan araçların seçimi için kullandığınız yol nasıl bir ölçü olabilir? Bu kavramı tanımlamaya çalışın.

Enerji harcanarak iş yapılan sistemlerde veya araçlarda harcanan enerji ile yapılan iş arasındaki ilişki **Verim** kavramıyla nitelendirilir. Verim bir sistemde sürtünmeden dolayı ne kadar enerjinin boşa gittiğinin de bir ölçüsünü vermektedir. Yukarıdaki etkinlikte B firmasının tercih edilmesi, B firmasının ürettiği asansörlerin verilen enerjiyi daha verimli kullanarak daha az enerji kaybı sağladığını göstermektedir. Yapılan iş ile harcana enerji arasındaki ilişki şu şekildedir:

$$\text{Verim} = \frac{\text{Yapılan İş}}{\text{Harcanan Enerji}}$$

Ek 1'in devamı

Günlük hayatımızda bir iş yapmak için harcadığımız enerji, fiziksel anlamda yaptığımız işten büyük olamayacağı için **Verim** hangi değerleri alabilir? Teorik olarak verimin 0-1 arasında değerler almasını bekleriz. Ancak yaptığımız hiçbir işte veya kullandığımız hiçbir araçta sürtünmeye harcanan enerjiyi sıfıra indirme imkânı olmadığı için yapılan işin harcanan enerjiye eşit olma şansı da bulunmamaktadır. Yani Verimin 1 değerini alma ihtimali yok denilebilir. Bu değer 1 e ne kadar yakınsa kullandığımız araç o kadar verimlidir.

Verim kelimesini günlük hayatımızda sık sık kullanırız (Örneğin verimli toprak). Günlük hayatta kullandığımız verimle yukarıda bahsettiğimiz verim kavramları aynı mıdır? Tartışınız.

Ek 2. Enerji Ünitesi Öğretmen Kılavuzu

Acaba Gerçekten İş Yapıyor Muyoruz? Etkinliği Öğretmen Kılavuzu

Ders: Fizik

Ünite: Enerji

Sınıf: 9

Süre: 40 dakika

Konu Başlığı: Acaba Gerçekten İş Yapıyor Muyoruz?

İlgili Kazanımlar:

1.1 İş kavramını, cisme uygulanan kuvvet ve kuvvetin uygulandığı cismin yer değiştirmesi cinsinden örneklerle açıklar (PÇB-1.c; BİB-1.a-d, 2.a, 4.c,d).

Hatırlatma: Öğrenciler ilköğretim 7. sınıfta, fiziksel anlamda iş kavramıyla ilgili ön bilgiler edinmişler, fiziksel iş ve günlük hayattaki iş arasındaki farklılığı örneklerle açıklamışlardır. Dolayısıyla bu kısımda öğrencilerden beklenen, önceki bilgilerinin hatırlamaları ve o bilgileri pekiştirmeleridir.

Girme Aşaması:

İlk olarak öğrenci materyalinde bulunan kısa hikâye öğrencilere okutulur ve “Çay toplayan insanlar fiziksel anlamda iş yapar mı?” sorusuyla tartışma ortamı yaratılır. Öğrenciler zengin tartışmalar yapmaya ve düşünmeye sevk edilir. Sorunun yanıtı tam olarak verilmez ve öğrencilerin zihninde merak uyandırılır. Daha sonra öğrencilerin fen ve teknoloji derslerinden edindikleri bilgiler hatırlatılır ve yine sınıf katılımıyla “iş yapabilmek için cisimlerin uygulanan kuvvet doğrultusunda hareket etmesi gerektiği” bilgisini anımsamaları sağlanır.

Keşfetme Aşaması:

Bu aşamada öğrenciler, öğrenci ders materyalinde yer alan A, B, ve C resimlerindeki durumların fiziksel anlamda iş olup olmadığını belirlemeye çalışırlar. Öğretmen bu aşamada açıklama yapmayarak öğrencilerin görüşlerini dinler ve tartışma ortamı yaratır. Öğretmen günlük hayattan başka örnekler de sunarak, fiziksel anlamda iş olup olmadığını tartışmaya açar.

Acaba Gerçekten İş Yapıyor Muyoruz?

Aşağıda anlatılan olayı okuyunuz ve üzerinde tartışınız.

9. sınıf öğrencisi olan Gürkan okuldan eve gelince annesini evde yorgun bir şekilde bulur. Sebebini sorduğunda, annesi; akşama kadar çay topladığını ve çok iş yaptığını söyler. Gürkan bunu duyunca o gün okulda fizik dersinde işledikleri iş-enerji konusu aklına gelir. Biraz düşündükten sonra annesini gerçekten söylediği gibi çay toplayan iş yapıp yapmadığı konusunda kararsız kalır. Çay toplayan insanlar fiziksel anlamda iş yaparlar mı?



Fen ve Teknoloji derslerinde fiziksel anlamda iş yapabilmek için cisimlerin uygulanan kuvvet doğrultusunda hareket etmesi gerektiğini hatırlayınız. Bilimsel anlamda kullanılan iş tanımı günlük hayatta kullanılanlardan farklıdır. Aşağıdaki resimleri inceleyiniz. A' da sarı ve ellerinde çanta taşıyan çocuklar, B' de arabayı çeken at ve C' de el arabasını iten bebek fiziksel anlamda iş yaparlar mı? Tartışınız.



O halde fiziksel anlamda iş yapılabilmesi için cisme bir kuvvet uygulanmasına ve cismin kuvvetin doğrultusunda yer değiştirmesine gereksinim vardır. Aşağıdaki şekilde çocuk kumya bir kuvvet uygulayarak kumyu hareket ettirmektedir. Eğer çocuk F kadar bir kuvvet uygularsa ve kum Δx kadar yer değiştirse çocuğun yaptığı iş:

$W = F \Delta x$ olarak ifade edilir.



Ek 2'in devamı

Acaba Gerçekten İş Yapıyor Muyuz? Etkinliği Açıklama, Derinleştirme ve Değerlendirme Aşaması

Kuvvet birimi Newton (N), yer değiştirme birimi metre (m) olduğundan iş birimi N.m olur. Uluslararası Birim Sisteminde (SI) iş birimi Joule (J) olup, bir cisim 1 N'lık kuvvetin etkisinde 1 m yer değiştirirse 1 J'lık iş yapıldığı ifade edilir.

Yukarıda kutunun F kuvvetiyle çeken çocuk bu kuvveti kutu Δx kadar yol boyunca sürekli uygulayarak W kadar iş yapmıştır. O halde iş yapabilmek için kuvvetin hareket boyunca uygulanması gerekir. Şimdi konuyu başlatırken okuduğunuz, çay toplayan insansızlarla ilgili kısa olayı hatırlayınız ve bu durumun tekrar tartışınız.

Örnek Şekildeki traktör arkasında bağlı bulunan konteyneri 250 metrelik sürtünmesiz yol boyunca çekerek, 2 kJ'lık (kilo joule) iş yapmıştır. Buna göre traktör yol boyunca kaç N'lık kuvvetle konteyner'i çekmiştir?

Çözüm Bir önceki üniteden $1\text{kJ}=1000\text{ J}$ olduğunu biliyoruz. O halde traktörün yaptığı iş 2000 J'dir.

$W = F \cdot \Delta x$ bağıntısından $F = W/\Delta x$ olarak bulunur.
Bundan $F = 2000/250 \Rightarrow F = 8\text{ N}$ olur.

Sıra Sende 1. Bir öğrenci 7 kg kütleli çantasını evden ayrılmadan yere den alıyor ve 50 cm yükseklikte tutarak sallamadan 200 m uzaklıktaki okuluna götürüyor. Öğrenci çantası yere den 1.25 m yükseklikteki dolabına koyuyor. Öğrencinin bu eylemlerini sırasında yaptığı iş kaç J'dir. (yerçekimi ivmesi: $g=10\text{ m/s}^2$)

Çözüm

2. Bir gün boyunca yaptığınız eylemleri düşününüz. Bunlardan hangilerinin fiziksel anlamda iş olup, hangilerinin olmadığına karar vererek aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

Fiziksel Anlamda İş	Fiziksel Anlamda İş Değil

Açıklama Aşaması:

Bu kısımda keşfetme aşamasında tartışılan durumları, öğrencilerden nedenleriyle birlikte açıklamaları istenir. Öğrencilerin açıklamalarını dinleyen öğretmen, "iş" kavramıyla ilgili eksik ve yanlış olan kısımlarla ilgili gerekli açıklamaları öğrenci materyaline bağlı kalarak yapar ve öğrencilerin daha önceki yanlış cevaplarının düzeltilmesini sağlar. $İş = Kuvvet \times Yol$ formülünü ve birimlerini açıklar. İş yapabilmek için kuvvetin hareket boyunca uygulanması gerektiğine vurgu yapılır.

Derinleştirme Aşaması:

Bu aşamada fiziksel anlamda iş yapılan durumlara çevreden örnekler verilir ve kavramın yerleşmesi sağlanır. Ayrıca öğrenci materyalindeki örnek problemi öğrencilerin çözmeleri istenir. Örnek problem öğrencilerin yardımıyla tahtada çözülür. Burada özellikle iş, kuvvet ve yer değiştirme kavramlarının birimlerine öğrencilerin dikkati çekilmeye çalışılır.

Değerlendirme Aşaması:

Bu aşamada öğrenci materyalinde bulunan "Sıra Sende" etkinliği öğrencilere yaptırılır. Bu etkinlikte 1 nolu problemi öğrencilerin çözmesi istenir. Öğretmen öğrenciler arasında dolaşarak çözümlere yardımcı olur. 2. nolu etkinlik için öğrencilerin günlük hayattaki eylemlerini düşünmesi ve hangi eylemlerinin fiziksel anlamda iş olduğuna karar vererek tabloyu doldurmaları istenir. Öğrencilerden tabloya yazdıkları durumlarla ilgili birer örnek vermeleri istenir. Bu etkinlik öğrencilerin zorlanması durumunda, öğretmen tarafından tablonun ilk satırı örnek olarak doldurulur.

Ek 2'in devamı

İş Yapabilmek İçin Neye İhtiyacımız Var? Etkinliği Öğretmen Kılavuzu

Ders: Fizik**Ünite:** Enerji**Sınıf:** 9**Süre:** 40 dakika**Konu Başlığı:** İş Yapabilmek İçin Neye İhtiyacımız Var?**İlgili Kazanımlar:**

1.2 Enerji'nin farklı şekillerde tanımlanabileceğini fark eder (FTTÇ-1.d; BİB-1.a-d, 2.a, 4.c,d).

Hatırlatma: Öğrenciler, ilköğretim 7. sınıfta enerji kavramını "iş yağabilme yeteneği" olarak tanımlamışlardır. Bu kısımda amaçlanan, öğrencilerin enerjinin farklı şekillerde de tanımlanabileceğini fark etmelerini sağlamak olmalıdır.**Girme Aşaması:**

Öğrenci ders materyalinde yer alan kısa hikâye öğrencilere okutulurken, bazı besinlerin paketlerinde yer alan "enerji ve besin öğeleri etiketine" dikkat çekilir. Öğretmen mümkünse bu etiketi taşıyan herhangi bir ürünle (meyve suyu, süt, çikolata vb. paketi) sınıfa gelerek, hikâyede sözü edilen durumu gerçekleştirebilir. "İş ile enerji arasında bir ilişki var mı?" sorusuyla tartışma ortamı oluşturulur. Öğrencilerin fen ve teknoloji derslerindeki bilgilerle bu soruya cevap bulmaya çalışmaları istenir. Öğrenci ders materyalinde, iş yapılan sistemlerle ilgili açıklamalara dikkat çekilir.

Keşfetme Aşaması:

Bu aşamada öğrencilerin, öğrenci ders materyaline bağlı kalarak "günlük hayatta sürekli olarak karşımıza çıkan enerji, iş enerji ilişkisiyle açıklanabilir mi? sorusuna cevap bulmaları istenir. Günlük hayattan örnekler veriler iş-enerji ilişkisindeki enerjinin mekanik enerji olduğu bilgisine ulaşmaları teşvik edilir.

İş Yapabilmek İçin Neye İhtiyacımız Var?**Aşağıdaki olayı okuyunuz ve üzerinde tartışınız.**

Enerji ve Besin Öğeleri (100 ml için)	
Enerji	57,4 kcal(240 kJ)
Protein	3,1 g
Yağ	3 g
Doyunlu Yağ	1,49 g
Karbonhidrat	4,7 g



Fiziksel anlamda iş yapılan sistemlerde, enerjiden söz etmek gerekir. Çünkü bu sistemler enerjileri ölçüsünde iş yapabilirler. Kamyona malı yükleyen işçi iş yapar ve enerjiye ihtiyaç duyar, arabaya hareket ettiren motor, iş yapar ve enerjiye ihtiyaç duyar.

İş yaparken enerji kullanılır ve yapılan iş cisme enerji olarak aktarılır. O halde iş yapabilmek için enerji gereklidir. Ancak günlük hayatta sürekli olarak karşınıza çıkan enerji, iş-enerji ilişkisiyle açıklanabilir mi?



Yukarıdaki kısa olayda sütün besin olarak enerjisinin olduğunu görmüştük. Benzer şekilde, bitkilerin büyümek için güneşten enerji alması gerektiğini hatırlayın. İş-enerji ilişkisinde karşınıza çıkan enerji mekanik enerjidir. Mekanik enerji, cisimlerin hareketinden dolayı sahip oldukları Kinetik Enerji ve yükseklikleri veya harekete hazır konumlarından dolayı sahip oldukları Potansiyel Enerji olmak üzere iki şekilde karşınıza çıkmaktadır. Doğada enerji, mekanik enerjinin dışında başka şekillerde bulunabilir.

Ek 2'in devamı

İş Yapabilmek İçin Neye İhtiyacımız Var? Etkinliği Açıklama, Derinleştirme ve Değerlendirme Aşaması

Enerjiyi Tanımlayabilir Misin?
Nasıl Yapalım?

- Sınıfta küçük kişilik gruplar oluşturunuz.
- Enerji ile ilgili yukarıda yer alan bilgileri ve enerjinin aşağıda sıralanan formlarını da dikkate alarak grup arkadaşlarınızla birlikte genel bir tanım yapınız.

*Akaryakıtlarda bulunan enerji.	*Elektrikte bulunan enerji.
*Besinlerde bulunan enerji.	*Gecilmiş yayda bulunan enerji.
*Kömür, odun gibi katı yakarlarda bulunan enerji.	*Güneşte bulunan enerji...
- Tanımlarınızı arayla tahtaya yazınız.
Ne Bulduk?
 - *Bütün tanımlardan sonra ortak bir enerji tanımı oluşturunuz.
 - *Bir cisim aynı anda iki farklı tür enerjiye sahip olabilir mi? Tartışınız.

Aşağıdaki ifadelerin karşısına doğruysa D, yanlışsa Y yazınız.

- # Hareket etmeyen cisimler için enerjiden söz edilemez ()
- # Potansiyel enerjiyi yalnızca yerden belli yükseklikteki cisimler için söz konusu ederiz ()
- # Enerji olmadan iş yapılamaz ()
- # Bir cisim aynı anda iki farklı tür enerjiye sahip olamaz ()
- # Enerji bir çeşit kavettir ()
- # Hareketli cisimlerin sahip oldukları enerji türü Kinetik Enerjidir ()

Açıklama Aşaması:

Bu aşamada keşfetme aşamasında ortaya konulan düşüncelerin öğrenciler tarafından açıklanması istenir. İş yapabilmek için enerjiye ihtiyaç duyulduğu ve günlük hayatta mekanik enerjiden başka biçimde enerjiler de olduğu vurgulanır. Ancak enerjiyle ilgili bir tanımlama yapılmaz.

Derinleştirme Aşaması:

Bu aşama, öğrencilerin enerjinin tanımını yapacakları aşamadır. İlk olarak “Etkinlik 1” (s:3) öğrencilere yaptırılır. “Nasıl Yapalım” ve Ne bulduk” kısımları

öğrenci ders materyaline bağlı kalınarak yaptırılır ve öğrencilerin ortak bir enerji tanımı yapmaları sağlanır. Öğretmen bu tanımda gerekli düzeltmeleri yapar.

Değerlendirme Aşaması:

Bu aşamada “Sıra Sende” etkinliği için öğrencilere süre verilir. Öğrenciler kendi cevaplarını bitirdikten sonra bu etkinlikteki Doğru-Yanlış soruları sırasıyla öğrencilere sorularak cevaplamaları istenir. Öğrenciler bireysel olarak soruları cevaplarlar, bu cevaplar sınıfça tartışılır, mümkün olduğunca çok öğrencinin burada görüşü alınarak, öğrencilerdeki kavramsal gelişim gözlenmeye çalışılır.

Ek 2'in devamı

Kim Daha Güçlü? Etkinliği Öğretmen Kılavuzu

Ders: Fizik

Ünite: Enerji

Sınıf: 9

Süre: 40 dakika (Bu konu için ayrılan süre, etkinliklerin yapılma durumuna göre 40+40 dk. olarak uygulanabilir)

Konu Başlığı: Kim Daha Güçlü?

İlgili Kazanımlar:

1.3 Güç kavramını iş ve aktarılan enerji cinsinden açıklar (PÇB-1.c; FTTÇ-1.d; BİB-1.a-d, 2.a, 4.c,d).

Hatırlatma: Bu konu için Etkinlik 2' de yer alan araç-gereçler önceden hazırlanmalıdır.

Girme Aşaması:

Öğrenci materyalindeki kısa hikâye öğrencilere okutulur (s: 4) ve hikâye sonunda bulunan soruyla tartışma ortamı yaratılır. Yapılan iş'le işin yapıldığı süreyi hangi kavramın birbirine bağladığı

öğrencilere sorularak merak uyandırılır. Bu aşamada öğrencilerin kuvvet kavramını gücün yerine kullandıkları görülebilir. Bu durumla ilgili açıklama yapılmayıp, sonraki aşamalarda yer verilecektir.

Keşfetme Aşaması:

Bu aşamanın odağını Etkinlik 2 oluşturmaktadır. Öğretmen, Etkinlik 2 'deki deney düzeneklerinin kurulmasında öğrencilere yardımcı olabilir. Öğrenciler etkinlikteki tabloyu doldurarak yapılan iş'le işi yapma süresi arasında bir ilişki olup olmadığını belirlemeye çalışırlar. Öğretmen "Ne bulduk?" bölümündeki tüm sorulara yönelik öğrencilerin cevaplarını yazmalarını ister.

Açıklama Aşaması:

Bu aşamada, öğrencilerden keşfetme aşamasındaki cevaplarını nedenleriyle birlikte açıklamaları istenir. Öğretmen tarafından öğrencilerin yanıtlarını destekleyici veya düzeltici öğrenci materyaline bağlı kalınarak yapılır. Güç=İş/Zaman formülü ve güç birimleri bu aşamada verilir. Günlük hayatta kullandığımız "güçlü" ifadesinin fiziksel anlamdaki güçle ilişkili olmadığı açıklanır.

Kim Daha Güçlü?

Aşağıdaki anlatılan kısa olayı okuyunuz ve üzerinde tartışınız.

Murat evlerinin penceresinden yolun karşı tarafındaki inşaatı izlemekteymiş. İnşaatın birinci ve ikinci katında iki usta duvar önyormuş. İkinci kattaki bir tuğla örenken birinci kattaki ustanın iki tuğla örecek duvarı çok daha kısa sürede bitirdiğini görmüş. Murat önce Fen ve Teknoloji derslerinde gördüğü kuvvet kavramını hatırlayarak birinci kattaki ustanın daha kuvvetli olduğu için işi daha kısa sürede bitirdiğini tahmin etmiş. Ancak daha sonra tuğlaların aynı olduğunu ve tuğlaları kaldırmak için iki ustanın da eşit kuvvete ihtiyaç duyduğunu düşünerek iki usta arasındaki farkın kuvvet olmadığna karar vermiş. Birinci kattaki ustanın ikinci kattanından farkını ne olmalı ki işi daha kısa sürede bitirebilmiş? Bir önceki bölümde gördüğünüz iş-enerji ilişkisini göz önüne alarak tartışınız.



Yukarıdaki olayda duvar ustaları aynı büyüklükte duvarları örecek aynı işi yapmışlardır. Ancak birinci kattaki usta işi daha kısa sürede bitirmiştir. Bu durum, eşit sürede birinci kattaki ustanın diğerinden daha fazla iş yapmasıyla eş değerdir. Öyleyse yapılan iş ve geçen süreyi hangi kavram birisine bağlamaktadır?

İş-Zaman İlişkisi

Nasıl Yapalım?

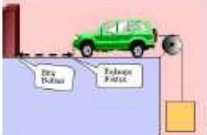
1. Kirişletirini bir elektronik terazide tartınız. İki adet kutuyu 1, 2 ve 3 olarak numaralandırarak düzenleme yapınız.
2. Makara, iş ve arabayı kullanarak resimdeki düzenleşi oluşturunuz ve 1 nolu kutuyu işin altına alınız.
3. Arabanın hareketine başlama noktasını masaya işaretleyiniz.
4. Arabanın hareketi sonlandırma noktası için ise kağıt yapacak ajur bir kitap kullanınız.
5. Kutuyu arabanın hareketine izin verecek kadar uzuna bir işe bağlayınız.
6. Arabanın hareketine başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki yolu boyuncaya çekerek kaydediniz.
7. Araba, kutuyu başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki yoldan önce çekerek yer çekimine karşı iş yapacaktır. Arabanın yaptığı işi hesaplayınız ve tabloya yazınız. Arabanın başlangıç noktasından bitiş noktasına gelme süresini hesaplayınız ve tabloya yazınız (g=10 m/s² alınız).
8. Aynı işlemi 2 ve 3. kutularla sırasıyla birinci katınan üzerine ekleyerek tekrarlayınız ve e tabloyu doldurunuz.

Araç-Gereçler

- # pilli veya kumalı araba
- # üç adet özdeş kulu (küti)
- # kuluza olabildi
- # ip ve makara
- # kronometre

Ek 2'in devamı

Kim Daha Güçlü? Etkinliği Derinleştirme ve Değerlendirme Aşaması



Katın Değişikliği	Yapılan iş (J)	Zaman (saniye)
1. katın		
1. ve 2. katın		
1., 2. ve 3. katın		

Ne Bulduk?

- Katların sayısı arttıkça arabanın yaptığı iş değişti mi? Neden?
- Katların sayısı arttıkça iş yapma süresi değişti mi?
- Yapılan işte iş yapma süresi arasında nasıl bir ilişki var?

Yukarıdaki etkinlikte olduğu gibi aynı işin farklı sürelerde yapıldığı durumlardan ifade etmek için Güç kavramı kullanılmaktadır. Güç, bir işin yapılma hızı, enerji akışının hızı ya da birim zamanda yapılan iş olarak tanımlanabilmektedir. Yukarıdaki olayda anlatılan işçilerin durumları arasındaki farklılığın, güç olduğunu söyleyebiliriz miyiz? Günlük hayatta kullanılan güç kavramı fiziksel anlamdaki güçten farklılık gösterebilmektedir. Güç kelimesi günlük hayatta kuvvet kelimesiyle eş değer kullanılabilmektedir. Örneğin "güçlü adam", "güçlü futbol takımı" gibi kullanımlar arasında "kuvvetli" anlamını taşımaktadır.

Fiziksel anlamda güç, birim zamanda yapılan iş olarak; $Güç(P) = \frac{İş(W)}{Zaman(t)}$ eşitliği ile verilir. Güç P ile gösterilir. Uluslararası birim sisteminde (SI) güç birimi Joule/saniye 'dir. Bu birim aynı zamanda Watt olarak adlandırılır ve W ile gösterilir. W (watt) birimi iş sembolü olan W gösterimi ile karıştırılmamalıdır.

Değerlendirme Aşaması:

Bu aşamanın değerlendirilmesi "Araştırma-Öğrenim" etkinliği ile yapılacaktır. Öğrencilerden araştırmaları istenen 1. konu, gücün biriminin günlük hayatta BG (hp) yada kW olarak kullanılmasının, farkına varmalarını sağlamaya yöneliktir. 2. konu ise öğrencilerin, joule ve watt birimlerine ismini veren ve güç

ve enerji kavramlarıyla ilgili bilime katkı sağlayan James Prescott **Joule** ve James **Watt**'la ilgili bilgi edinmelerini sağlamayı amaçlamaktadır. Bu etkinlikler öğrencilerin araştırması için ödev olarak verilir ve gerekli açıklamalar yapılır. Bir sonraki derste birkaç grubun konuyla ilgili bilgileri sunmaları istenir.

Derinleştirme Aşaması:

Bu aşamada Manavgat Şelalesi bağlamında, dökülen suyun gücüyle, elektriksel güç kavramlarının aslında aynı kavramlar olduğunun, öğrencilerin farkına varması için örnek problemi çözülür (s: 5). Öğrencilerden, doğadan buna benzer örnekler vermeleri istenir. Güç kavramı genelleştirilmeye çalışılır.

Örnek Manavgat Şelalesinin bir kısmında sn. 1200000 kg/s'lik bir debi ile akarak 50 m aşağı düşmektedir. Şelaleden ortaya çıkan güç aydınlatmada kullanılmak istenirse 60 W'lık ampullerden kaç tanesi yakalabilir? ($g=10 \text{ m/s}^2$ alınır)

Çözüm Suyun debisinin 1200000 kg/s olması 1 saniyede 1200000 kg suyun düştüğünü anlamına gelmektedir. O halde önce suyun kuvvetini ve yer çekiminin yaptığı işi bulalım:

$$W = F \cdot \Delta x = 1200000 \cdot 10 \cdot 50 = 60.0000.000 \text{ J}$$

O halde Suyun Gücü $P = \frac{W}{t} \Rightarrow P = \frac{60.0000.000}{1} = 600 \text{ MW (mega watt)}$ olur

Bir ampul 60 W gücünde olduğundan $\frac{600000000}{60} = 10.000.000$ adet ampul suyun gücüyle yakalabilir.

Araştırma-Öğrenim

İkişerli gruplar halinde çalışarak:

- Motocin taşınan motor güçlerinin hangi güç birimi ile ifade edildiğini ve bu birimin watt'la ilişkisini araştırınız. En az 10 farklı türde motocin taşınan motor güçlerini tablo halinde gösteriniz.
- Güç birimi olan watt ve iş birimi olan J (joule) ifadelerinin kaynağını (nereden geldiğini) araştırınız. Araştırmalarınızı bir rapor haline getiriniz ve sınıfta kısaca sözlü olarak sununuz.

Not: Araştırmalarda internet ve diğer basılı kaynakları kullanabilirsiniz.

Ek 2'in devamı

Enerjiyi Biçimlerine Göre Sınıflandırılma Etkinliği Öğretmen Kılavuzu

Ders: Fizik

Ünite: Enerji

Sınıf: 9

Süre: 40+40 dakika

Konu Başlığı: Enerjiyi Biçimlerine Göre Sınıflandırılma

İlgili Kazanımlar:

2.1 Enerjinin; çekim potansiyel enerjisi, elektriksel, ses, elektromanyetik radyasyon, nükleer ve kütle gibi değişik biçimlerde bulunabileceğini belirtir (FTTÇ-3.d; BİB-1.a-d, 3.b,c).

2.3 Enerjinin bir türden diğerine dönüşebileceğini örneklerle açıklar (FTTÇ-1.h; BİB-1.a-d, 2.a, 4.c,d).

Girme Aşaması:

Önceki konularda geçen iş-enerji ilişkisi hatırlatılarak, öğrencilerin enerjinin tanımlanmasındaki önbilgileri belirlenmeye

ortaya çıkarılır. Enerjinin, doğada mekanik enerji'den farklı türleri de olabilir mi? sorusuna yönelik öğrencilerin görüşleri alınır.

Keşfetme Aşaması:

Bu aşamada öğrencilere Etkinlik 3'ü yapmaları için süre verilir. Etkinlik 3'te yer alan Ne bulduk? kısmındaki sorulara ilişkin öğrencilerin düşünceleri istenir. Birden çok enerji veya enerji dönüşümünü içeren durumlar olabileceğinin farkına varmaları sağlanır.

Açıklama Aşaması:

Bu aşamada, öğrencilerden keşfetme aşamasındaki cevaplarını nedenleriyle birlikte açıklamaları istenir. Enerjinin farklı biçimlerde olabileceği, öğrenci materyaline bağlı kalınarak açıklanır ve öğrencilerin de farklı türden enerjilere çevreden örnekler bulmaları istenir. Doğada enerjinin çekim potansiyel enerjisi, elektriksel, ses, elektromanyetik radyasyon, nükleer ve kütle gibi değişik biçimlerde bulunabileceği açıklanarak, bunlara örnekler bulmaları istenir.

Enerjiyi Biçimlerine Göre Sınıflandırılma

Önceki bölümlerde iş-enerji ilişkisinde mekanik enerjiden söz ettik ve enerjinin mekanik enerjiden farklı biçimlerde de bulunabileceğini belirttik. Mekanik enerjinin cisimlerin hareketli olmalarından dolayı sahip oldukları Kinetik Enerji ve yükseklikleri veya harekete hazır konumlarından dolayı sahip oldukları Potansiyel Enerjinin toplamı olarak tanımlanmıştır.

Etkinlik 3

Hangi Olayda Hangi Tür Enerji?

Nasıl Yapalım?

Aşağıdaki resimleri inceleyiniz ve resimlerdeki olaylarda yer alan enerji biçimlerini resimlerin altına yazınız.



Ne Bulduk?

1. Birden çok enerji türünü içeren durum var mı?
2. Enerji biçimini belirteyemediğiniz durumlar var mı? Tartışınız.
3. Bir enerji biçiminden diğere geçisi içeren durumlar var mı? Tartışınız.

Çevremizde çok sık gördüğümüz mekanik enerji dışında enerjinin birçok farklı biçimi vardır. Örneğin, yal ve akümülatörlerdeki kimyasal enerji, televizyonumuzun çalışmasını elektrik enerjisi, barajlarda biriken sularındaki potansiyel enerji, birbirimizi daydığımızı sağlayan ses enerjisi, radyoaktif maddelerdeki nükleer enerji, beslenmemizdeki kimyasal enerji enerjinin farklı biçimleri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ek 2'in devamı

Enerjiyi Biçimlerine Göre Sınıflandırılma Etkinliği Derinleştirme ve Değerlendirme Aşaması

Tayaman kaynağı olarak nitelendirilebileceğimiz güneş enerjisinden, hem ısı hem de ışık olarak yararlanılmaktadır. Ayrıca her kütleli cisim olduğu için enerji de vardır. Ancak bu enerji ışık hızına yakın hızlarda yani çok büyük hızlarda ortaya çıkabilmektedir.

Yukarıda sorulduğumuz enerjiler, aslında aynı enerjinin farklı biçimlere dönüştürülmüş halidir. Enerji farklı araç-gereçlerin yardımıyla bir biçimden diğerine dönüştürülebilir. Elektrik enerjisi vantilatör yardımıyla kinetik enerjiye, bisiklet dinamomunda kinetik enerji elektrik enerjisine dönüşür. Kimyasal enerji de kimyasal tepkimelerle farklı biçimlere dönüştürülebilir. Odun, kömür, fuel-oil gibi fosil yakıtlar yardımıyla kimyasal enerji ısı ve ışık enerjisine, pil bir elektrik devresine bağlandığında kimyasal enerji elektrik enerjisine, besinlerdeki kimyasal enerji vücutta ısı enerjisine ve kinetik enerjiye dönüştürülmektedir.

Güneş Arabaları

Nasıl Yapılır?

TÜBİTAK tarafından organize edilen ve her yıl geleneksel olarak gerçekleştirilen Güneş Arabaları Yarışması (Formula-G) hiç duydunuz mu? Güneş arabaları bütün enerjisini güneşten alan ve elektrik motoruyla hareket ettirilen araçlardır. Bir güneş arabasının hareketli komponentleri güneşten bütün enerji dönüşümlerini dönüştürür.

1. Ne tür enerjinin hangi araç vasıtasıyla dönüştürüldüğü sorusuyla aşağıdaki tabloya yazınız.
2. Enerji dönüşümünde bir biçimden iki farklı biçime dönüşüm olabilecek durumlar var mı? Tartışınız.
3. Ne Buldunuz?

Enerji Dönüşümü	Dönüşümü Sağlayan Araç
Güneş Enerjisi →	Güneş Pili
→	
→	
→	
→	
→	
→	

Derinleştirme Aşaması:

Bu aşamada sözü edilen, enerjinin dönüşüm halinde bulacağı durumlar hatırlatılarak enerjinin bir türden başka bir türe dönüşebileceği vurgulanır. Etkinlik 4 öğrencilere yaptırılır. Öğrencilerden tabloda belirttikleri ifadeleri açıklamaları istenir.

Değerlendirme Aşaması:

Bu aşama konu sonunda yer alan “araştırılma-öğrenelim” etkinliğiyle gerçekleştirilecektir. Öğrencilerden Hibrid otomobiller konusunda araştırma yapmaları ve araştırmalarını poster olarak gelecek derste çok kısa bir şekilde sunmaları istenir. Öğrenci ders

materyalinde öğrencilerin 2’şerli gruplar oluşturmaları belirtilse de 3 veya 4’erli gruplarda oluşturulabilir. Bu araştırmada öğrencilerin hibrid otomobillerde, sürekli olan enerji dönüşümlerini fark etmeleri amaçlanmaktadır.

Araştırılma-Öğrenelim

İkişerli gruplar halinde çalışarak:

Hibrid (Hybrid) otomobiller hakkında bir araştırma yapınız. Bir hibrid otomobilin motorundaki enerji dönüşümlerini açıklayan bir şema hazırlayınız. Araştırma sonuçlarınızı poster haline getirerek sınıfta sununuz.

Ek 2'in devamı

Mekanik Enerji Her Yerde Etkinliği Öğretmen Kılavuzu

Ders: Fizik**Ünite:** Enerji**Sınıf:** 9**Süre:** 40 dakika**Konu Başlığı:** Mekanik Enerji Her Yerde**İlgili Kazanımlar:**

2.2 Enerjinin en genel anlamda kendini mekanik enerji olarak gösterdiğini örneklerle açıklar (B1B-1.ad, 2.a, 4.c,d).

Hatırlatma: Öğrenciler ilköğretim 7. sınıfta kinetik enerji ve potansiyel kavramlarını tanımışlardır. Bu kısımda amaçlanan mekanik enerjinin farklı şekillerde görülebileceğini öğrencilerin farkına varmalarını sağlamaktır.

Girme Aşaması:

Bu aşamada kısa hikâye öğrencilere okutularak Bungee jumping atlayışındaki

enerji dönüşümleri üzerine tartışma ortamı yaratılır. Düşmekte olan sporcunun tekrar yukarı doğru yükselmesindeki enerji dönüşümleri öğrencinin zihninde problem oluşturmaktadır. Çünkü bu kısma kadar yaylarda veya esnek cisimlerde depolanan potansiyel enerjiden hiç söz edilmemiştir.

Keşfetme Aşaması:

Etkinlik 5 öğrencilere yaptırılır. “Ne bulduk” kısmındaki sorular öğrencilerle tartışılır. Yükseklik potansiyel enerjisinin aynı anda hem kinetik enerjiye hem de yay potansiyel enerjisine dönüşmesinin, öğrencilerin farkına

varmaları sağlanır.

Açıklama Aşaması:

Keşfetme aşamasındaki kinetik ve potansiyel enerji dönüşümlerine yönelik öğrencilerin gözlemlerini açıklamaları istenir. Bu aşamada mekanik enerjinin, kinetik enerji veya potansiyel enerji olarak ya da aynı anda her ikisi birlikte yaşamımızın her alanında karşımıza çıkabileceği, öğrenci materyaline bağlı kalınarak açıklanır.

Mekanik Enerji Her Yerde**Aşağıda anlatılan olayı okuyunuz ve üzerinde tartışınız.**

Adrenalin sporlarını çok seven Yiğit hafta sonu evde televizyondan Bungee Jumping (bandı çamping) gösterilerini izliyordu. Sporcular bu sporda ayaklarına uzun bir halat bağlayarak çok yüksek bir yerden kendilerini boşluğa bırakıyorlardı. Ancak sporcular bu kadar yüksekten düşmeleme rağmen ayaklarına bağlanan halatın özelliği sayesinde herhangi bir zarar görmüyorlardı. Yiğit fizik derslerinden sporcuların yüksekten atılmalarından dolayı sahip oldukları potansiyel enerjilerinin olduğunu ve bu enerjinin düşerken kinetik enerjiye dönüşüğünü düşünürdü. Ancak sporcular halatta tekrar birkaç defa yukarı doğru sıçırıyorlardı. Bu sistemde nasıl bir enerji dönüşümü olmaktadır? Halatta enerji birikmesi mümkün müdür? Tartışınız.



Yukarıdaki olayda sporcunun enerji dönüşümünün bir etkinlikle irdelenmeye çalışalım.

Etkinlik 5

Bungee Jumping

Nasıl Yapılır?

1. Şekildeki düzenleği kurunuz.
2. Kurduğunuz düzenekte kütleyi A konumuna getirerek serbest bırakınız. Hareketi gözlemleyiniz.
3. Kütle serbest bırakıldıktan sonra en fazla yere yaklaşabileceği noktayı B noktası alınız.
4. Kütlein B noktasından sonra yukarı doğru hareketiyle ulaşabileceği en yüksek noktayı C noktası alınız.

Araç-Gereçler

- # santral yay
- # kütle
- # serbest düşme aparatı
- # bağlama parçası

Ne Bulduk?

1. A, B ve C konumlarında cisim sahip olduğu mekanik enerjiyi kinetik ve potansiyel enerjinin toplamı olarak belirtiniz.
2. Cisim bir süre sonra titreşiminin durmasının sebebini tartışınız.
3. Potansiyel enerji yalnızca cisimlerin sahip olduğu yükseklikten mi kaynaklanır? Tartışınız.

Mekanik enerji yaşamın her alanında karşımıza çıkmaktadır. Yukarıdaki etkinlikte kütle çekim potansiyel enerjisi hem kinetik enerjiye hem de yay potansiyel enerjisine dönüşmüştür. Potansiyel enerji gerilmiş bir yayda, esnemiş bir cisimde, ya da kuralmış bir saatin ve ya arabanın zembereğinde bulunabilmektedir. Diğer enerji türleri olduğu gibi mekanik enerji de olaylar içinde dönüşüm geçirmektedir. Öyle ki bir cisim aynı anda birden fazla biçimde enerjiye sahip olabilmektedir.

Ek 2'in devamı

Mekanik Enerji Her Yerde Etkinliği Derinleştirme ve Değerlendirme Aşaması



1 Barajda birikmiş su	2 Düz yolda hareket eden otobüs	3 Değden aşağı kayan kayakeri
4 Ok atmak için gerilmiş yay	5 Masada duran kitap	6 Çatıdan aşağı düşmekte olan kiremit
7 Ağacın dalına konmuş kuş	8 Yerde yuvarlanan futbol topu	9 Halteri başının üstünde tutan halterci

- Yukarıdaki tablodan yalnızca potansiyel enerji içeren durumların numaralarını sıralayınız: (.....)
- Yukarıdaki tablodan yalnızca kinetik enerji içeren durumları sıralayınız: (.....)
- Tablodan hem kinetik enerji hem de potansiyel enerji içeren durumları sıralayınız: (.....)

Derinleştirme Aşaması:

Etkinlik 6 yardımıyla mekanik enerjinin farklı şekiller tartışılarak yaşamdan örneklerle konu genişletilir.

Değerlendirme Aşaması:

Bu aşamada 10. sayfada yer alan sırada sende etkinliği yardımıyla yürütülecektir. Bu etkinlik bir yapılandırılmış grid tekniği içermektedir. Bu etkinlikte ilk olarak öğrencilerden tablodaki 9 kutucukta yer alan durumları dikkatle okumaları istenir. Tablonun altında yer alan 3 soru, kutucuk numaraları yazılmak suretiyle cevaplandırılır.

Yapılandırılmış Grid Analizi

- Grid tekniğinin analiz yönteminde şu formül kullanılır:

$$hampuan = \frac{C_1}{C_2} - \frac{C_3}{C_4}$$

- C1= Doğru seçilen kutucuk sayısı
- C3= Yanlış seçilen kutucuk sayısı
- C2= Toplam doğru kutucuk sayısı
- C4= Toplam yanlış kutucuk sayısı

Bu formüle göre öğrencilerin puanları -1, 0 ve +1 arasında değişir. Bu puanı on üzerinden değerlendirmek için, önce negatifliği ortadan kaldırmak amacı ile bu puan 1 ile toplanır ve elde edilen sayı 5 ile çarpılır. Böylece 10 üzerinden öğrenci puanı belirlenmiş olur.

Ek 2'in devamı

Enerjiyi Aktarabilir Miyiz? Etkinliği Öğretmen Kılavuzu

Ders: Fizik**Ünite:** Enerji**Sınıf:** 9**Süre:** 40+40 dakika**Konu Başlığı:** Enerjiyi Aktarabilir Miyiz?**İlgili Kazanımlar:**

2.4 Enerjinin bir cisim veya sistemden diğerine aktarılabilceğini fark eder (BİB-1.a-d).

2.5 Çevresi ile etkileşmeyen yalıtılmış bir sistemdeki enerji miktarının daima sabit kaldığını belirtir (BİB-1.a-d, 2.a, 4.c,d).

Girme Aşaması:

Konuya giriş için ilgili kısa hikâye öğrencilere okutulur. Hikâye hakkında tartışma ortamı yaratılır. Şimdiye kadar enerjinin dönüşümü hakkında bilgiler edinen öğrencilerin zihninde enerjinin aktarılması ve aktarılmaması hakkında problem uyandırılmaya çalışılır.

Keşfetme Aşaması:

Bu aşamanın odağını Etkinlik 7 oluşturmaktadır. Etkinlik 7 de yer alan üç farklı durum (olay) öğrencilere okutularak "Ne bulduk?" kısmındaki soruları cevaplamaları istenir. Burada her üç durumun enerjileri için ortak olan özelliğin bir sistemden diğerine enerji aktarımı olduğunun farkına varmalarını sağlamaya çalışılır.

Açıklama Aşaması:

Keşfetme aşamasındaki sorulara yönelik belirlenen yanıtları öğrencilerin açıklaması istenir. Öğretmen bu açıklamaları dinler ve Etkinlik 7 deki üç durumun ortak özelliğinin enerji aktarımı olduğu açıklar. Öğrenci materyaline bağlı kalınarak, enerji aktarımı ve yalıtımı ile ilgili bilgiler açıklanır ve yaşamdan örnekler verilir.

Enerjiyi Aktarabilir Miyiz?**Aşağıda anlatılan olayı okuyunuz ve üzerinde tartışınız.**

Ailesiyle birlikte hafta sonu pikniğe gilmeye hazırlanan Pelin, annesinin mutfakta çaydanlıkta su kaynatıldığını görünce suyu ne için kullanacağını sordu. Annesi de suyu kaynatarak pikniğe götüreceğini ve poğet çay kullanarak çay yapacağını söyledi. Pelin piknikte önce yemek yiyeceğini ve çayı 2-3 saat sonra içebileceğini düşündü. Annesine bu kadar uzun süre suyu nasıl sıcak olarak muhafaza edeceğini sorduğunda annesi termos kullanacağını, bu sayede uzun süre suyu sıcak tutabileceğini söyledi.

Pelin'in annesi ilk olarak ocakta suyu ısıtmış ve soğumasını için termos koymuştur. Suyun ocakta ısınması sırasında ve termos konulduktan sonra enerji dönüşümü olmuş mudur? Enerji dönüşümü olmamışsa enerji nasıl bir değişim geçirmiştir? Tartışınız.

**Enerjiye Ne Olu?****Nasıl Yapılır?**

Aşağıdaki üç farklı durumu okuyarak gözünüzde canlandırınız.

1. Enerji balansı toplarını hiç görmediniz mi? Aynı uçurluktaki iplere asılmış küçük toplardan oluşan bu sistemde baştaki topu bir miktar çekip bıraktığınızda aradaki toplar hareket etmezken en sondaki top ilk topun yüksekliğine kadar fırlar ve bu işlem bir süre devam etmektedir.



2. Bilardo oyununu hepimiz biliriz mi? Bilardoda oyuncu eğer ilk topu tam ortasından (merkezinden) vurursa ve top diğer topa yine ortasından (merkezinden) çarparsa ilk top, çarpıştı anda hareketini kalarak diğer topu harekete geçirir.



3. Soğuk bir bardağa sıcak çay doldurulduğunda, bardağın içindeki çay kayışının sıcaklığındaki değişime hiç dikkat ettiniz mi? Çay kayış, çay ile doldurulduğunda soğukken bir süre sonra ısıtılmakla birlikte buçen sıcak çayı karıştırmak bile var olmaktadır.

**Ne Bulduk?**

1. "Nokradaki üç durumda sistemin veya cisimlerin enerjilerine ne olmaktadır?"
2. Her üç durumda enerjileri için ortak olan özellik nedir?"

Ek 2'in devamı

Enerjiyi Aktarabilir Miyiz Etkinliği Derinleştirme ve Değerlendirme Aşaması

Yukarıdaki etkinlikte her üç durumun enerjileri için ortak olan özellik enerjinin biçim değiştirmektir. Bir cisim veya sistemden başka bir cisim veya sisteme aktarılmasıdır. 1. ve 2. durumda kinetik enerji, 3. durumda ise ısı enerjisi aktarılmıştır. Bu örneklerde olduğu gibi günlük hayatımızda da pek çok defa bir cismin veya sistemin enerjisinin bir kısmını veya tamamını başka bir sisteme aktardığını görebiliriz. Enerji aktarımı çoğunlukla bizim istediğimiz bir durum olmasına rağmen bazen de istemediğimiz bir olaydır. Örneğin yemek pişirirken tencereden yemeğe ne kadar çok ısı aktarılsa yemek o kadar çabuk pişer. Ancak yukarıdaki olayda olduğu gibi sıcak suyun soğuması yani dışarıya ısı aktarılması istenmemesi için termos kullanıyoruz. Durumlarında mı kullanırız? Benzer şekilde annelerimiz mutfakta sıcak eşyaları tutmak için fırın eldiveni kullanırlar. Bu sayede elleriyle sıcak şeyler arasındaki ısı enerjisi aktarımını engellemiş olurlar. Tamamenyle çevreyle ilişkisi kesilmiş, yalıtılmış bir sistem oluşturarak enerji aktarımını engelleyerek sistem içindeki enerji miktarını sabit tutabilir miyiz?



Günlük hayatımızda ısı enerjisinin aktarılmasını ya da aktarılmamasını istediğimiz pek çok durum vardır. Aşağıdaki tabloyu bu durumlara göre doldurunuz.

Isı Enerjisinin Aktarılmasını İstediğiniz Durumlar	Isı Enerjisinin Aktarılmasını İstediğiniz Durumlar
Yemeğin çabuk pişmesi için iyi ısı aktarımı olan tencerecekle kullanma	Binaların çatılarını veya dış cephesini ısı aktarımını engelleyen malzemelerle kaplama

Dünyamız üzerinde, güneşten gelen ışınlarla sürekli bir enerji aktarımı vardır. Bu ışınlar dünyaya ısı ve ışık enerjisi taşır ve bir kısmı dünyadan yansyarak tekrar uzaya döner. Dünyamız yalıtılmış bir sistem olduğunun söyleyebilir miyiz?



Derinleştirme Aşaması:

Sayfa 12 de yer alan enerji aktarılmasını istediğimiz ve istemediğimiz durumları kapsayan tabloyu öğrencilerin doldurmaları istenir. Her öğrenciye söz verilerek tabloya yazdığı herhangi bir bölümü söylemesi istenir. Böylece yaşamdan örneklerle konu içeriği zenginleştirilir. Yanlış cevaplar öğretmen tarafından düzeltilir.

Evreni düşündüğümüzde durum farklıdır. Sistem içindeki bütün enerji aktarımları ve dönüşümleri bellidir ve tamamıyla yalıtılmıştır. Bu nedenle evrene enerji aktarımı yoktur ve evrendeki enerji miktarı sabittir. Evrende enerji hiçbir zaman yok olmaz ve yoktan var edilemez.



Değerlendirme Aşaması:

Bu aşamada 12. sayfada yer alan sıradaki etkinliği yardımıyla yürütülecektir. Bu etkinlik bir *tanılayıcı dallanmış ağaç* içermektedir. Öğrencilerden soldaki ilk yargıdan başlayarak doğruysa D, yanlışsa Y okunu takip etmeleri istenir. Sırasıyla diğer oklarda benzer şekilde takip edilir ve çıkışa ulaşırlar. Öğrenciler hangi çıkışa ulaştıklarını sırayla söyleyip, doğru çıkışa tartışarak ulaşacaklardır.

Ek 2'in devamı

Enerjimizin Tamamı İşe Yarar mı? Etkinliği Öğretmen Kılavuzu

Ders: Fizik**Ünite:** Enerji**Sınıf:** 9**Süre:** 40+40 dakika**Konu Başlığı:** Enerjimizin Tamamı İşe Yarar mı?**İlgili Kazanımlar:**

2.6 Harcanan enerjinin sürtünmeden dolayı tamamının işe dönüştürülemeyeceğini örneklerle açıklar (FTTÇ-2.d,e, 3.c).

2.7 Evrende, toplam enerjinin daima sabit olduğunu ve dolayısı ile korunduğunu açıklar (BİB-4.c,d).

Hatırlatma: Öğrenciler ilköğretim 7. sınıfta, sürtünmeden dolayı cismin sahip olduğu mekanik enerjinin bir kısmının, ısı enerjisine dönüştüğünü örneklerle açıklamışlardır. Dolayısıyla burada öğrencilerden beklenen, önceki bilgilerini hatırlamaları ve o bilgileri pekiştirmeleridir.

Enerjimizin Tamamı İşe Yarar mı?**Aşağıda anlatılan olayı okuyunuz ve üzerinde tartışınız.**

Yaşadığı bölgede çok yağmur yağan Sezen, yine yağmurlu bir günde pencereden dışarıyı izliyordu. Yağmur damlalarının yere çarpması Sezenin aklında bir soru uyandırdı. Sezen, Fizik derslerinden yükseklikleri olan cisimlerin potansiyel enerjiye sahip olduklarını ve bu cisimler düşerken potansiyel enerjilerinin kinetik enerjiye dönüşerek cisimlerin hızlanmasına neden olacağını biliyordu. Sezen, "Yağmur damlaları çok yüksekten düşüyor ve çok büyük potansiyel enerjiye sahipler, bu enerjinin kinetik enerjiye dönüşmesi durumunda damlaların bir kurşun kadar hızlı olması gerekir" diye düşündü. Gerçekten de Sezen'in düşüncesi doğrudu. O halde niçin yağmur damlaları bir kurşun hızıyla düşmeyip bizlere zarar vermiyorlar. Tartışınız.



Önceki bölümlerde enerjiyi iş yapabilme yeteneği olarak tanımlamış ve sistemlerin enerjileri ölçüsünde iş yapabileceğini belirtmiştik. Acaba sahip olunan enerjinin tamamı işe dönüştürülmekte midir? Yoksa bir kısmı kaybolmakta midir? Aşağıdaki etkinlikte bunu inceleyelim.

Mekanik Enerji Nasıl Dönüşür?
Nasıl Yapalım?

- Şekildeki sarkaç düzenini kurunuz.
- Sarkacın 20-30 cm kadar uzuna kalın bir kitabı dik olarak yerleştiriniz.
- Kaçuk topu kitaba dokunacak kadar yaklaşıp serbest bırakarak salınmasını izleyiniz.
- Aynı işlemi metal top için de yapınız.

Araç-Gereçler

- # ip
- # kaşık top, metal top
- # üç ayak
- # boşaltı paçası

Ne Bulduk?

- Kaçuk top, salınırken tekrar kitaba dokunabildi mi? Ne kadar yaklaştı?
- Bu durum metal top için nasıldır? Metal top kitaba ne kadar yaklaştı?
- Aynı deneyi suya alında geç eldediyseniz, toplan salınma için ne söylediniz? Tartışınız.
- Toplar salınım sırasında enerji kaybetmiş olabilirler mi? Enerji nereye kaybolmuş olabilir? Tartışınız.

Yukarıdaki etkinlik, salınacak sallanan bir cismin hareketiyle benzer bir durumu ifade etmektedir. Salınacak sallanan bir çocuğu bir başkası düzenli olarak itmezse salınacak bir süre sonra durduğuna gözünüzdür. Yukarıdaki etkinlikte de sarkacın başlangıçta var olan potansiyel enerjisi yere en yakın olduğunda maksimum kinetik



enerjiye dönüşmekte ve yükseldikçe tekrar potansiyel enerjiye dönüşmektedir. Ancak sarkaç hiçbir zaman başlangıçta olduğu yüksekliğe kadar çıkmayacak ve bir süre sonra salınım duracaktır. Bunun nedeni toplan havayla teması ve harekete zıt yönde bir sürtünme kuvveti ortaya çıkmasıdır. Sürtünme, hareket sırasında enerjinin bir kısmının hava moleküllerini ısıtmasına yani cismin başlangıçtaki potansiyel enerjisinin hareket etmekte ısı enerjisine dönüşmesine yol açacaktır.

Girme Aşaması:

Karadeniz Bölgesinin çok yağmur alan bir bölge olması öğrencilere hatırlatılarak derse giriş yapılır. Bu aşamada yağmur damlalarının yeryüzüne düşerken sürtünmeden dolayı enerji kaybetmeleri olgusuyla bağlam oluşturulacaktır. Yağmur damlaları hakkındaki kısa hikâyeye öğrencilere okutulur ve yağmur damlalarını yavaşlatan etkenin ne olduğu konusunda öğrenciler düşünmeye sevk edilir. Tartışma ortamı yaratılır. Öğrenciler düşüncelerini bireysel olarak söylerler. Oldukça fazla sayıda öğrencinin tartışmaya katılması sağlanır. Önceki dersler hatırlatılarak, yerçekimi kuvvetinin yağmur damlaları üzerinde iş yaptığı hatırlatılır ve öğrencilerin enerji kaybıyla bu konu hakkında ilişki kurmaları istenir. Aşamamın sonunda öğrencilerden beklenen cevaplar alınır, keşfetme aşamasına geçilir, beklenen cevaplar alınmazsa, günlük hayattan başka örneklerle (araba frenleri, paraşüt, buz pateni...) öğrenciler teşvik edilir.

Keşfetme Aşaması:

Etkinlik 8, bu aşamanın odağını oluşturmaktadır. Bu etkinlikte, sarkacın sahip olduğu enerjinin bir kısmının hava sürtünmesiyle ısı enerjisine dönüştüğünün öğrenciler tarafından kavranması esastır. Öncelikle öğrencilerden 4'erli gruplar oluşturmaları istenir. Her grup önceden hazırlanan araç-gereçlerle Etkinlik 8'deki *Nasıl yapalım?* kısmındaki yönergelerle etkinliği gerçekleştirirler. Daha sonra *Ne bulduk?* kısmındaki sorular yardımıyla öğrencilerin sarkaçtaki topun hava sürtünmesi nedeniyle yavaşladığının ve enerji kaybettiğinin farkına varmalarını sağlanır. Her grup belirlediği bir grup sözcüsüyle, grup içerisinde tartışarak belirlediği fikirleri sınıfa açıklar. Daha sonra öğrencilerden sarkaçtakine benzer olaylara, günlük hayattan örnekler bulmalarını istenir.

Ek 2'in devamı

Enerjimizin Tamamı İşe Yarar mı? Etkinliği Açıklama, Derinleştirme ve Değerlendirme Aşaması


Bu deney bir sıvı içinde yapılsa, sürtünme çok daha fazla olacak ve salınım daha kısa sürede sona erecektir. Ortaya çıkan ısı enerjisi de sıvının sıcaklığının artmasına sebep olacaktır. Çimdi yukarıdaki layda yaptığımız damlalasının insanlara için zarar vermediğini tekrar düşününüz.

Sürtünme kuvveti yazanımızdan her alanda ortaya çıkmakta ve enerjinin tamamının işe dönüştürülmesine engel olmaktadır. Bazı durumlarda işimize yararken bazı durumlarda enerji kaybı olmaması için sürtünmenin olmamasını istemekteyiz. Örneğin özellikle sıkar yapması istenilen araçların (otomobil, yarış otomobili, jet, uçak) ön kısımlarının sürtünme hava sürtünmesini ve sürtünmede harcanan enerjiyi en aza indirmek içindir. Gemilerde bunun kısımların sürtünme en aza indirilmesi sağlanmaktadır. Otomobil motorlarında da sürtünmeden dolayı enerjinin bir kısmı ısı enerjisine dönüşmekte araç motorun sıcaklığını kontrol altında tutmak içindir. Bu durumu en aza indirmek için otomobil motorlarında motor yağları kullanılmaktadır.

ETKİNLİK 9 Sürtünme Kuvveti İş Yapabilir Mi? Nasıl Yapalım?

Masanın üzerine bir kitap veya cisim koyarak bir süre itip bırakınız ve ne olduğunu gözlemleyiniz.

Ne Bulduk?
Şekildeki gibi bir kuvvet bir cisme belli süre ekti ederse cismin yol aldığı ve kuvvetin iş yaptığı söylenir. Ancak kuvvet kaldırılırsa cisim bir süre daha hareket eder ve sonra durur. Bu durumda kuvvetin cismi hareket ettiren enerji kaynağı kinetik enerji, cisim durduğu için yok mu olmuştur yoksa başka bir biçime mi dönüşmüştür? Tartışınız.



Burada cismi iten kuvvet kaldırıldığında cisme herhangi bir başka kuvvet ekti emiyormuş gibi görünse de cisim zemine temas ettiği sürece sürtünme kuvvetinin etkisi altında kalmıştır. İtici kuvvet kaldırıldığında cismin sahip olduğu kinetik enerji, sürtünme sayesinde ısı enerjisine dönüşmüştür. Dolayısıyla sürtünme kuvveti yol boyunca cisme ekti ederek iş yapmış, cisme ve zemine ısı enerjisini aktarmıştır.

cisme etki eden kuvvet kaldırıldıktan sonra cismin sürtünme kuvvetinin etkisinde hareket ettiği ve sürtünme kuvvetinin de iş yaptığı sonucuna ulaşmaları sağlanır. Böylece sürtünmede harcanan enerjinin ısı enerjisine dönüştüğü, aslında enerjinin kaybolamayacağı öğrencilere kavratılmaya çalışılır. Bu aşamada, evrendeki toplam enerjinin sabit olduğu ve toplam enerjinin korunduğunu öğrencilerin anlaması için ilave örnekler verilir. Öğrencilerden ellerini birbirine sürtmeleri ve sürtme sonucunda ellerinin ısındığını fark etmeleri, basit örnek olarak gösterilebilir.

Değerlendirme Aşaması:

Bu aşamada ilk olarak öğrencilerden bu ders saati boyunca neler öğrendiklerini defterlerine kendi cümleleriyle yazmaları istenir. Mümkün olduğunca çok sayıda öğrenciye söz verilerek, defterlerine yazdıkları okutularak geri bildirimde bulunulur. Bu sayede hem öğrencilerin gözünden, neler öğrendikleri belirlenmeye çalışılır, hem de öğretim sırasında oluşan kavram yanlışları olup olmadığı tespit edilmeye çalışılır. Eğer çok sayıda öğrencide benzer kavram yanlışları oluşmuşsa, öğretim süreci gözden geçirilir ve bunun kaynağı araştırılır.

Daha sonra, öğrenci ders materyalinin 15. sayfasında yer alan *Araştırılabilir Öğrenelim* etkinliği ödev olarak verilir. Araştırma ödevinin hazırlanması için öğrencilerden, ikişer veya üçer kişilik gruplar oluşturulur. Öğrencilerden, yaptıkları araştırmaları yazılı bir doküman haline getirerek teslim etmeleri ve bir sonraki derste sözlü olarak sunmaları istenir.

Açıklama Aşaması:

Bu aşamada öğrencilerden, keşfetme basamağındaki sarkaç etkinliğinde gerçekleşen enerji olaylarını ifade etmeleri istenir. Öğrencilerden, öğrenci ders materyalinde sayfa 14'teki uçak, gemi ve yarış otomobili şekillerini inceleyerek, sürtünmeye harcanan enerjiyi azaltmak için neler yapılabileceği ile ilgili açıklamalarını geliştirmeleri istenir. Daha sonra Sayfa 14'teki Etkinlik 9'a kadar olan açıklama paragrafı öğrenciler tarafından okunur ve öğretmen son aşamada konuyla ilgili açıklamalarını yapar. Öğretmen açıklamalarını yine gerçek hayattan başka örneklerle zenginleştirir.

Derinleştirme Aşaması:

Bu aşamada Etkinlik 9 öğrencilere yaptırılır. Etkinlik 9'daki *Ne bulduk?* kısmındaki tartışma sorularıyla, öğrencilerin

Sürtünmede harcanan ısı enerjisini ölçebileydik, bu enerjinin cismin sahip olduğu kinetik enerjiye ekti olduğunu gördük. Evrendeki enerji miktarının sabit olduğu ve asla değişilemeyeceğinden, sürtünmede harcanan enerji de yok olmaz. Enerjinin yok edilemeyeceği ve yoktan var edilemeyeceği ilkesine "enerjinin korunumu" prensibi denir. Mekanik enerjinin kinetik enerji ve potansiyel enerjinin toplamı olduğu düşünüldüğünde eğer sistemde sürtünme yoksa ve mekanik enerjinin bir kısmı ısı enerjisine dönüşmüyorsa bu durumda "mekanik enerjinin korunumu" söylenir.

Araştırılabilir Öğrenelim

1. Bir otomobilde, yakıtta kimyasal enerjinin ne kadarının otomobilin hareketi için kullanıldığını ve geriye kalan enerjiyi ne olduğunu araştırınız. Daha fazla enerjinin harekete harcanmasına yönelik çözüm önerilerinizi yazınız.
2. Günlük hayatınızda sürtünme kuvveti veya sürtünmede harcanan enerjinin bizler için faydalı olduğu en az beş örnek bularak, nedenleriyle birlikte yazınız.

Elde ettiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Ek 2'in devamı

Verdiğimiz Enerjinin Ne Kadarını Geri Alıyoruz? Etkinliği Öğretmen Kılavuzu

Ders: Fizik**Ünite:** Enerji**Sınıf:** 9**Süre:** 40 dakika**Konu Başlığı:** Verdiğimiz Enerjinin Ne Kadarını Geri Alıyoruz?**İlgili Kazanımlar:**

2.8 Yapılan işin harcanan enerjiye oranının verim olduğunu açıklar (FTTÇ-1.m; BİB-4.c,d; TD-1.f).

Girme Aşaması:

Önceki konudaki değerlendirme aşaması, bu konu için girme aşamasını da oluşturmaktadır. Burada sürtünmeye harcanan enerji hakkındaki öğrenciler de var olan bilgiler hatırlatılır ve “bir cismin verdiğimiz enerjinin ne kadarını işe dönüştürdüğüne dair bir ölçü olabilir mi?” sorusuyla öğrenciler düşünmeye sevk edilir.

Verdiğimiz Enerjinin Ne Kadarını Geri Alıyoruz?

Yukarıdaki araştırmada bir otomobilde kullanılan yakardan elde edilen kimyasal enerjinin çok az bir kısmının otomobilin hareket ettirmek için kullanıldığını gördük. Geriye kalan enerjiyi yok olmayarak otomobilin diğer kısımlarında sürtünmeden dolayı ısı enerjisine dönüştürmekte ve kullanılmamaktadır. Yani otomobile verdiğimiz enerjinin çok az bir kısmı fiziksel anlamda işe dönüştürülmektedir. Bir cismin verdiğimiz enerjinin ne kadarını işe dönüştürdüğüne dair bir ölçü olabilir mi? Bu durumu bir etkinlikte irdeleyelim.



Hangi Asansör Tercih Edilmeli?

Nasıl Yapalım?
Yeni bir apartman inşa ettiren Mustafa Amca, apartmanına bir de asansör taktirmek istemektedir. Ancak apartmanı için en uygun asansörün hangisi olduğu konusunda kararsız kalmaktadır. İsteddiği asansörün az elektrik enerjisi harcamasını ve çok yük taşımalarını isteyen Mustafa Amca üç farklı asansör şirkete görüşüp aşağıdaki tabloda verilen asansör özelliklerini not ettikten sonra hesaplamalar yapmış ve B firmasına ait asansörü almaya karar vermiştir?

Asansör Firması	Asansörün Çıkacağı Yükseklik (m)	Tağıdığı Yük Ağırlığı (N)	Harcadığı enerji (kJ)
A Firması	25	4000	1000
B Firması	30	4400	1200
C Firması	20	4800	1200

Ne Bulduk?

1. Sizce en uygun asansör hangi şirketin asansörüdür? Sizin seçiminiz Mustafa Amcamımla aynı mıdır?
2. Mustafa Amca asansör şirketini seçerken nasıl bir yol izlemiştir? Tartışınız.
3. Enerji harcanan ve iş yapılan araçların seçimi için kullandığınız yol nasıl bir ölçü olabilir? Bu kavramı tanımlamaya çalışın.

Enerji harcanarak iş yapılan sistemlerde veya araçlarda harcanan enerji ile yapılan iş arasındaki ilişki Verim kavramıyla nitelendirilir. Verim bir sistemde sürtünmeden dolayı ne kadar enerjinin boşa gittiğinin de bir ölçüsünü vermektedir. Yukarıdaki etkinlikte B firmasının tercih edilmesi, B firmasının ürettiği asansörlerin verilen enerjiyi daha verimli kullanarak daha az enerji kaybı sağladığını göstermektedir. Yapılan iş ile harcanan enerji arasındaki ilişki şu şekildedir:

$$\text{Verim} = \frac{\text{Yapılan İş}}{\text{Harcanan Enerji}}$$
Keşfetme Aşaması:

Bu aşamada Etkinlik 10'u yapmaları için öğrencilere süre verilir. Etkinlikte yer alan asansör çeşitleri konusunda tercih yaparken hangi kriterleri kullanacakları sorulur ve “ne bulduk?” kısmının soruları cevaplanır. Kısmen de olsa verim kavramının tanımına ulaşmaları sağlanmaya çalışılır.

Açıklama Aşaması:

Keşfetme aşamasındaki sorulara

verilen cevapları, bu şamada açıklamaları istenir. Mümkün olduğunca çok öğrenciye söz verilir. Öğrencilerle birlikte verim kavramının tanımı yapılır ve verim= yapılan iş/harcanan enerji formülüyle hesaplandığı belirtilir. Gerekli açıklamalar öğrenci materyaline bağlı kalınarak yapılır.

Ek 2'in devamı**Verdiğimiz Enerjinin Ne Kadarını Geri Alıyoruz? Etkinliği Derinleştirme ve Değerlendirme Aşaması****Derinleştirme Aşaması:**

Bu aşamada verimin hangi değerleri alabileceği ve birimsiz bir büyüklük olduğu öğrencilere kavratılmaya çalışılır. Günlük hayatta kullandığımız verim kelimesiyle fiziksel anlamdaki verim arasındaki ilişki öğrencilere kavratılmaya çalışılır. Bunun için öğrencilerden içinde verim kelimesi geçen cümleler kurmaları istenir. Bu cümleler üzerine tartışma yapılır.

Değerlendirme Aşaması:

Bu aşama, “araştırılabilir-öğrenelim” etkinliğiyle gerçekleştirilir. 2-3 kişilik gruplar oluşturularak, öğrencilerden “Enerji Verimliliği ve bunun için yapılması gerekenler” konusunda bir araştırma yapmaları istenir. Öğrencilerden araştırma sonuçlarını poster olarak hazırlayıp sunmaları beklenmektedir.

Günlük hayatımızda bir iş yapmak için harcadığımız enerji, fiziksel anlamda yaptığımız işten büyük olamayacağı için Verim hangi değerleri alabilir? Teorik olarak verimin 0-1 arasında değerler almasını bekleriz. Ancak yaptığımız hiçbir işte veya kullandığımız hiçbir araçta sürtünmeye harcanan enerjiyi safra indirme imkânı olmadığı için yapılan işin harcanan enerjiye eşit olma şansı da bulunmamaktadır. Yani Verimin 1 değerini alma ihtimali yok denilebilir. Bu değer 1 e ne kadar yakınsa kullandığımız araç o kadar verimlidir.

Verim kelimesini günlük hayatımızda sık sık kullanırız (Örneğin verimli toprak). Günlük hayatta kullandığımız verimle yukarıda bahsettiğimiz verim kavramları aynı mudur? Tartışınız.

Ek 3. Enerji Ünitesi Kavramsal Başarı Testi (ENBAT)

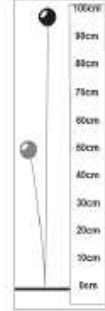
AÇIKLAMA: Sevgili öğrenciler, aşağıda sizlerin enerji ünitesine yönelik kazanımlarınızı belirlemek amacıyla oluşturulmuş 20 soruluk bir test yer almaktadır. Soruları okuyarak size göre doğru olan cevap şıkkını işaretleyiniz. Ardından her sorunun alt kısmında bulunan açıklama bölümüne, soruya verdiğiniz yanıtın gerekçesini, yani neden bu yanıtı verdiğinizi açıklayınız. Tüm sorular için ayrı ayrı açıklama yapınız.

Başarılar Dilerim

1. Şekilde 100 cm yükseklikten serbest bırakılan bir basketbol topu, yere çarptıktan sonra 50 cm yüksekliğe kadar çıkabiliyor. Bu olay için söylenebilecek aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır.

- A) Top düşerken kinetik enerji kazanmaktadır
- B) Sistemde mekanik enerji korunmamaktadır
- C) Yere çarpma anında topun enerjisinin bir kısmı yok olmuştur
- D) Yer çekimi kuvveti top üzerinde iş yapmıştır.
- E) Kaybolan enerji sürtünmeyle ısıya dönüşmüştür.

Açıklama:



2. Aşağıdakilerden hangisi fiziksel anlamda iş yapmamaktadır?

- A) Market (alışveriş) arabasını süren bir kişi
- B) Otomobili hareket ettiren motor
- C) Ağaçtan elmayı düşüren yerçekimi
- D) Arabayı çeken at
- E) Kaldırdığı halteri başının üstünde tutan halterci

Açıklama:

3. Bir buharlı lokomotifte kömürün yanmasından tekerleklerin dönmesine kadarki enerji dönüşümü aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir.

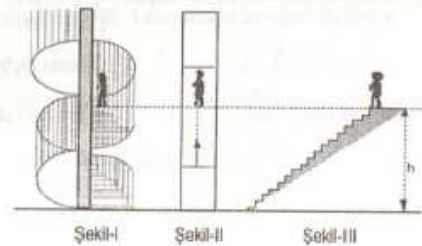
- A) Kimyasal-Isı-Kinetik
- B) Isı-Kimyasal-Kinetik
- C) Isı-Elektrik-Kinetik
- D) Elektrik-Isı-Kimyasal-Kinetik
- E) Kimyasal-Elektrik-Isı

Açıklama:

4. Ağırlıkları eşit 3 çocuktan birincisi 80 basamaklı Şekil-I'deki merdivenle, ikincisi asansörle, üçüncüsü de Şekil-III'deki 40 basamaklı merdivenle aynı yüksekliğe çıkıyorlar. Yerçekimine karşı yapılan işler sırasıyla W_1 , W_2 , W_3 olduğuna göre bu işler arasındaki ilişki nasıldır?

- A) $W_1 < W_2 < W_3$
- B) $W_1 > W_2 > W_3$
- C) $W_1 = W_2 = W_3$
- D) $W_2 > W_1 > W_3$
- E) $W_3 > W_1 > W_2$

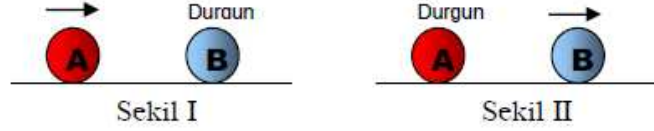
Açıklama:



Ek 3'ün devamı

5. Bir bilardo oyununda, oyuncunun vurarak harekete geçirdiği A topu, Şekil I'de görüldüğü gibi hareketsiz (durgun) konumdaki B topuna çarpmaktadır. Çarpışmadan sonra Şekil II'deki gibi A topu hareketsiz kalarak B topunu harekete geçirmektedir.

Bu olayla ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

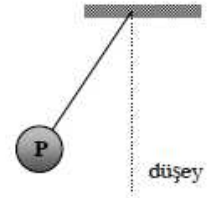


- A) A topu kinetik enerjisinin bir kısmını B topuna aktarmıştır
- B) B topu kinetik enerji kazanmıştır
- C) Çarpışma anında A topunun sahip olduğu enerjinin bir kısmı ısıya dönüşmüştür.
- D) Olayda enerji aktarımı olmuştur
- E) B topunun çarpışmadan sonraki enerjisi, A topunun çarpışmadan önceki enerjisine eşittir

Açıklama:

6. Bir uçundan tavana tutturulmuş ipin öteki ucuna bağlı P cismi salınım yapmaktadır. İp şekildeki konumdan düşey konuma gelinceye kadar, aşağıdaki niceliklerden hangisi değişmez? (sürtünmeler önemsenmeyecektir)

- A) P cisminin hızı
- B) İpteki gerilme kuvveti
- C) P cisminin toplam enerjisi
- D) P cisminin kinetik enerjisi
- E) P cisminin yere göre potansiyel enerjisi



Açıklama:

7. Aşağıdaki eşleştirilmiş kavramlardan hangi ikisi aynı birimlerle ifade edilmektedir?

- A) Güç-Kuvvet
- B) İş-Enerji
- C) Güç-Verim
- D) Güç-Enerji
- E) Enerji-Kuvvet

Açıklama:

8. I. Ayakta durup arkadaşıyla konuşurken alışveriş çantasını elinde tutan adam,
II. Motoru çalıştığı halde hareketsiz duran araba,
III. Elektrikli su ısıtıcısında kaynamakta olan su,

Yukarıda verilen üç farklı durum için söylenebilecek aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- A) Üç durumda da enerji harcanır ancak iş yapılmaz
- B) II' de iş yapılır diğerlerinde yapılmaz
- C) Üç durumda da iş yapılır
- D) II ve III' te kimyasal enerji elektrik enerjisine dönüşür
- E) I ve II' de iş yapılır III' te yapılmaz

Açıklama:

Ek 3'ün devamı

9. Şekildeki K ve M noktaları arasında salıncakta sallanmakta olan çocuğun enerji durumu için aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır? (sürtünmeler önemsenmeyecektir, K ve M noktalarının yerden yüksekliği birbirine eşittir)

- A) K'dan L'ye giderken potansiyel enerjisi artar
- B) L'den M'ye giderken potansiyel enerjisi artar
- C) K'dan M'ye doğru hareketinde L noktasındaki kinetik enerjisi maksimumdur
- D) K ve M noktalarında durgun halde iken yere göre potansiyel enerjileri birbirine eşittir
- E) Çocuğun toplam mekanik enerjisi sabittir, değişmez



Açıklama:

10. Değişmeyen (sabit) bir hızla gökyüzüne doğru hareket eden bir roketin sahip olduğu, yere göre potansiyel enerjisi, kinetik enerjisi ve ısı enerjisi nasıl değişir?

	Potansiyel Enerji	Kinetik Enerji	Isı Enerjisi
A)	Azalı	Değişmez	Artar
B)	Artar	Değişmez	Artar
C)	Azalı	Artar	Değişmez
D)	Artar	Azalı	Değişmez
E)	Azalı	Azalı	Azalı



Açıklama:

11. Enerji kavramı ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

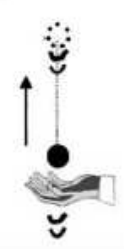
- A) Hareket etmeyen cisimlerin enerjisi olamaz
- B) Enerji tüketilerek yok edilebilir
- C) Enerji dönüşüme uğramadan bir maddeden diğerine aktarılabilir
- D) Bir cisim aynı anda birden fazla biçimde enerjiye sahip olamaz
- E) Enerji, gelişmiş cihazlar kullanılırsa, gözle görülebilir

Açıklama:

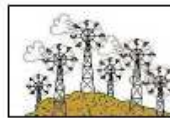
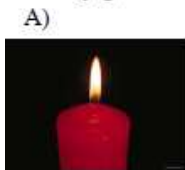
12. Bir öğrenci elindeki topu yukarı doğru fırlatıyor. Buna göre aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) Top en yüksek noktaya çıktığında potansiyel enerji en fazladır
- B) Yukarı çıktıkça topun kinetik enerjisi potansiyel enerjiye dönüşür
- C) Topun kinetik enerjisi çocuğun elinden çıktığı anda en fazladır
- D) Top yukarı çıktıkça kinetik enerjisi artar
- E) Hareketi sırasında topun enerjisinin bir kısmı sürtünmeyle ısıya dönüşür

Açıklama:



13. Aşağıdaki resimlerden hangisinde bir enerji dönüşümü söz konusu değildir?



Açıklama:

Ek 3'ün devamı

14. Enerji harcayarak fiziksel anlamda iş yapan araçlarda (otomobil, vinç...), harcanan enerjiden en fazla iş elde etmek için aranan nitelik aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Aracın gücü
- B) Aracın verimi
- C) Aracın hızı
- D) Aracın yakıt deposunun büyüklüğü
- E) Aracın kuvveti

Açıklama:

15. Aşağıdakilerden hangisinde fiziksel anlamda iş yapılmıştır?



E) Hiçbiri

Açıklama:

16. Aşağıdaki durumların hangisinde cisme kinetik enerji kazandırılmıştır?

- A) Kurulmuş bir saat zembereği
- B) Evin çatısına yerleştirilmiş kiremit
- C) Isıtılmış gaz
- D) Gerilmiş yay
- E) Barajda birikmiş su

Açıklama:

17. Şekildeki akü elektrik motoruna bağlandığında tekerlek döner ve yük yerden kaldırılır. Bu sistemdeki enerji dönüşümlerinin sırası hangisinde doğru olarak verilmiştir?



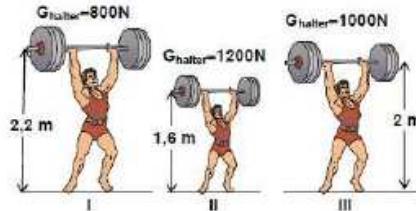
- | | | | | | | | |
|----|-------------------|---|-------------------|---|-------------------|---|-------------------|
| A) | Kimyasal Enerji | → | Elektrik Enerjisi | → | Kinetik Enerji | → | Potansiyel Enerji |
| B) | Kimyasal Enerji | → | Kinetik Enerji | → | Elektrik Enerjisi | → | Potansiyel Enerji |
| C) | Elektrik Enerjisi | → | Kinetik Enerji | → | Potansiyel Enerji | → | Kimyasal Enerji |
| D) | Elektrik Enerjisi | → | Kimyasal Enerji | → | Potansiyel Enerji | → | Kinetik Enerji |
| E) | Kimyasal Enerji | → | Potansiyel Enerji | → | Kinetik Enerji | → | Elektrik Enerjisi |

Açıklama:

18. Şekildeki halterciler ağırlıkları eşit sürede kaldırdıklarına göre haltercilerin güçleri nasıl sıralanır?

- A) I>II>III
- B) I=III>II
- C) I>III>II
- D) III>II>I
- E) II>III>I

Açıklama:



Ek 3'ün devamı

19. Aşağıdaki olaylardan hangisindeki enerji dönüşümü diğerlerinden farklıdır?

- A) Odunun yanması
- B) Vücutta yiyeceklerin sindirilmesi
- C) Mumun yanması
- D) Gaz lambasının yanması
- E) Ampulün yanması

Açıklama:

20. Bir araba hurdalığında, arabaları belli bir yüksekliğe kaldırmakta kullanılan bir vincin verimini hesaplamak isteyen bir öğrencinin, aşağıdaki niceliklerden hangisini bilmesine gerek yoktur?

- A) Arabanın ağırlığını
- B) Arabanın kaldırıldığı yüksekliği
- C) Vincin arabayı kaldırmak için harcadığı yakıt miktarını
- D) Vincin arabayı kaldırma süresini
- E) Vincin harcadığı birim yakıtın, enerji olarak karşılığını

Açıklama:



CEVAP ANAHTARI																				
Soru	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Doğru Cevap	C	E	A	C	E	C	B	A	A	B	C	D	E	B	C	C	A	D	E	D

Ek 4. Fizik Tutum Ölçeği (FTÖ)

FİZİK TUTUM ÖLÇEĞİ	
Aşağıdaki maddeleri düşünceleriniz doğrultusunda cevaplayınız. Maddelerin derecelendirilmesi; (1):Hiç Katılmıyorum (2): Katılmıyorum (3): Çok Az Katılıyorum (4): Katılıyorum (5): Tamamen Katılıyorum şeklindedir.	
1. Fizik bilgisi mezun olduktan sonra işime yaramaz*	(1) (2) (3) (4) (5)
2. Fizikteki formüller ve semboller bana çok karışık gelir*	(1) (2) (3) (4) (5)
3. Fiziği anlamak için çok çaba harcamam gerekir*	(1) (2) (3) (4) (5)
4. Haftalık ders programında fizik ders saatlerinin azaltılmasını isterim*	(1) (2) (3) (4) (5)
5. Fizik problemlerini kolayca çözebilirim	(1) (2) (3) (4) (5)
6. Fizik problemlerini çözmeye çalışırken kafam çok karışır*	(1) (2) (3) (4) (5)
7. Fizik derslerinde çok sıkılırım*	(1) (2) (3) (4) (5)
8. Fizik dersini diğer derslerden daha çok severim	(1) (2) (3) (4) (5)
9. Çevremdeki dünyayı yorumlamada fizik bilgisi işime yaramaz*	(1) (2) (3) (4) (5)
10. Fizikteki gelişmeler yaşam kalitemizi artırır	(1) (2) (3) (4) (5)
11. Fizik dersi diğer derslerle ilişkili bir ders değildir*	(1) (2) (3) (4) (5)
12. Meslek hayatımda fiziğe ihtiyacım olmayacaktır*	(1) (2) (3) (4) (5)
13. Fizikteki ilerlemeler ülke gelişimine de katkı sağlar	(1) (2) (3) (4) (5)
14. Fizik formüllerini ve sembollerini kullanmak bana yolda yürümek kadar kolay gelir	(1) (2) (3) (4) (5)
15. Herkesin fizik öğrenemeye ihtiyacı vardır	(1) (2) (3) (4) (5)
16. Fizik derslerinden nefret ederim*	(1) (2) (3) (4) (5)
17. Meslek hayatım için fizik bilgisi gereklidir	(1) (2) (3) (4) (5)
18. Birçok çevresel problemin çözülmesinde fizikten yararlanabiliriz	(1) (2) (3) (4) (5)
19. Fizikteki kavramları kolayca anlayabilirim	(1) (2) (3) (4) (5)
20. Fizik dersi en zor dersler arasındadır*	(1) (2) (3) (4) (5)
21. Fizik dersini çok ilgi çekici bulurum	(1) (2) (3) (4) (5)
22. Bir fizikçi olmayı isterdim	(1) (2) (3) (4) (5)
23. Fizik günlük hayatla doğrudan ilişkilidir	(1) (2) (3) (4) (5)
24. Fizik ve teknolojiadaki ilerlemeler ülke kalkınmasında önemlidir	(1) (2) (3) (4) (5)
25. Fizikteki gelişmeleri takip etmek herkes için yararlıdır	(1) (2) (3) (4) (5)
26. Fizikteki gelişmeler yaşam şartlarımızı daha da kötüleştirir*	(1) (2) (3) (4) (5)
27. Fizik bir ülkenin gelişimi için önemlidir	(1) (2) (3) (4) (5)
28. Fiziğin gelişmesi için yapılan harcamalar doğru harcamalardır	(1) (2) (3) (4) (5)
29. Fizik, dünyayı gelecekte daha güzel bir yer haline getirmek için yardımcı olacaktır	(1) (2) (3) (4) (5)
30. Birçok meslek dalı fizik bilgisine ihtiyaç duyar	(1) (2) (3) (4) (5)

*Ölçekte yer alan olumsuz maddeler.

Ek 5. Bütünleştirici Öğrenme Ortamı Anketi (BORAN)

Gözlem yapılan;

Okul:

Sınıf:

Ünite: Enerji

Kazanım-Konu:

Gözlem Tarihi ve Saati:

MADDELER		(-)← Görüş →(+)					Açıklamalar
GİRME	1. Öğrenme etkinlikleri gerçek hayatla ilişkili konu ve problemlerle başladı	0	1	2	3	4	
	2. Sınıf tartışmasına katılmada öğrenciler istekli oldular	0	1	2	3	4	
	3. Öğrenciler, konuyu anlayabilmek için o konu hakkında soru sormaya çalıştılar	0	1	2	3	4	
	4. Öğretmen, dersin nasıl işleneceğini açıkladı	0	1	2	3	4	
	5. Etkinliklere başlarken öğretmen öğrencilere soru sordu.	0	1	2	3	4	
	6. Öğrencilerin fikir ve önerileri sınıf tartışması sürecinde kullanıldı	0	1	2	3	4	
	7. Tartışma sürecinde öğrenciler birbirlerini dinledi	0	1	2	3	4	
	8. Ön tartışmada öğrencilerin ön bilgi ve deneyimleri kullanıldı	0	1	2	3	4	
	9. Tartışma, önceki bilgi ve deneyimleriyle yüzleşmelerine yardımcı olacak nitelikteydi	0	1	2	3	4	
	10. Öğretmen, öğrencilerin önceki bilgilerini destekleyerek yeni konuya karşı ilgilerini artırdı	0	1	2	3	4	
KEŞFETME	11. Öğrenciler, ön tartışmadan sonra araştırmaları hakkında birlikte planlama yaptılar	0	1	2	3	4	
	12. Öğrenciler etkinliklere karar verirken öğretmen yardımcı oldu	0	1	2	3	4	
	13. Öğrenciler öğrenmelerini engelleyen konularda şikayet ettiler	0	1	2	3	4	
	14. Öğrenciler grup içerisinde birbirlerine konuşma şansı verdiler	0	1	2	3	4	
	15. Araştırmalar sorulan sorulara cevap vermek için ortak yürütüldü	0	1	2	3	4	
	16. Kendi araştırmalarından elde edilen bilgileri kullanarak zihinlerindeki soruların cevaplarını buldular	0	1	2	3	4	
	17. Çalışma yaparken öğrenciler kaynakları paylaştılar	0	1	2	3	4	
	18. Araştırma yaparken öğrencilerle birbirleriyle işbirliğine girdiler	0	1	2	3	4	
	19. Etkinlikler sırasında öğrencilerin birbirlerinden bir şeyler öğrendiği gözlemlendi	0	1	2	3	4	
	20. Grup içinde görev dağılımını ön planda tutan bir takım çalışması yapıldı	0	1	2	3	4	
AÇIKLAMA	21. Öğrenciler, anladıklarını öğretmene ve diğer öğrencilere açıkladılar	0	1	2	3	4	
	22. Anladıklarını açıklamaları için öğrenciler birbirlerine sorular sordular	0	1	2	3	4	
	23. Öğretmen tüm öğrencilere açıklama için fırsat verdi	0	1	2	3	4	
	24. Öğrenciler, etkinliklerde yaptıklarını öğretmene gösterdiler/gösterme eğiliminde oldular	0	1	2	3	4	
	25. Öğretmen, öğrencilerle konuşmak ve problemleriyle ilgilenmek için yanlarına kadar gitti	0	1	2	3	4	
	26. Öğretmenin soruları ve açıklamalar konunun anlaşılmasına yardımcı olacak nitelikteydi	0	1	2	3	4	
	27. Öğrencilere ifadelerinin gerekçeleri hakkında sorular soruldu	0	1	2	3	4	
	28. Öğrenciler tüm ifadelerin, şekillerin ve grafiklerin anlamını açıklayabildiler	0	1	2	3	4	
	29. Öğretmen açıklama yaparken değişik kaynakları kullandı	0	1	2	3	4	
	30. Öğretmen öğrencilerin deneyimlerini birbirleri ile paylaşmada yardımcı oldu	0	1	2	3	4	
DERİNLEŞTİRME	31. Öğrenciler öğrendiklerinin günlük yaşamda kullanılmasına önem verdiler	0	1	2	3	4	
	32. Öğrenciler birbirleri ile problem çözmeye ve ileri etkinliklere yaklaşım şekillerini birbirleri ile paylaştılar	0	1	2	3	4	
	33. Öğrenciler, günlük yaşamda kullanılabilen etkinliklerde daha aktiftiler	0	1	2	3	4	
	34. Öğrencilerin çalışmalarında bir sorun olduğunda öğretmen yardımcı oldu	0	1	2	3	4	
	35. Öğretmen ve öğrenciler, problemlerin çözümüne ve ileri etkinliklere yönelik sorular sordu	0	1	2	3	4	
	36. Öğrenciler, problem ve ileri etkinlikler hakkındaki düşüncelerini birbirleriyle tartıştılar	0	1	2	3	4	
	37. Öğrenciler mümkün olduğunca çok şey yapmaya çalıştılar	0	1	2	3	4	
	38. Öğrenciler karşılaştıkları yeni durumlarda neyi başarmaya çalıştıklarını biliyordu	0	1	2	3	4	
	39. Öğrenciler, yeni durumlarda karşılaştıklarında ne yapmaları gerektiğini biliyordu	0	1	2	3	4	
	40. Karşılaştıkları sorunların çözümünde yetenekli öğrencilerin ön plana çıktığı gözlemlendi	0	1	2	3	4	

Ek 5'in Devamı

DEĞERLENDİRME	41. Uygulanmalar etkinliklerin önceki aşamalarında yer alan çalışmalarla ilişkiliydi	0	1	2	3	4
	42. Öğrencilerin uygulanmalarda yeniden teorik araştırmalara ihtiyaç duydukları gözlemlendi	0	1	2	3	4
	43. Uygulanmalarda öğrenciler konuyu daha iyi anlamaya yönelik sorular sordular	0	1	2	3	4
	44. Öğrenciler, tüm etkinliklerin uygulanmasında öğretmenden yardım istediler/beklediler	0	1	2	3	4
	45. Öğretmenin öğrencilerin etkinliklere yaptığı katkıları izlemesi başarılarının belirlenmesinde etkili oldu	0	1	2	3	4
	46. Etkinliklerden sonra gerçek hayatta ilişkili değişik proje veya ödevler üstlenmeye başlamışlardır	0	1	2	3	4
	47. Öğrenciler, ders sürecindeki öğretmen ve grup arkadaşlarıyla iletişime önem verdiler	0	1	2	3	4
	48. Öğretmen öğrencilerle sözel görüşmeler yaparak işlenen konuyla ilişkili bilgilerini ortaya çıkarmaya çalıştı	0	1	2	3	4
	49. Öğrenciler, etkinlikler boyunca bu süreçteki performanslarının başarı olarak değerlendirileceğini biliyorlar	0	1	2	3	4
	50. Öğrenciler, konuya ait tüm etkinliklerde aktif olarak rol almada istekli oldular	0	1	2	3	4

Ek 6. MEB'den Alınan Araştırma İzin Belgesi

T.C.
RİZE VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : B.08.4.MEM.4.53.00-03-311- 17842

20 KASIM 2008

Konu : Doktora Tez Çalışma İzni.

VALİLİK MAKAMINA
RİZE

İlgi: Rize Üniversitesi Rektörlüğünün 14.11.2008 tarih ve 1279 sayılı emirleri.

Rize Üniversitesi Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü Sınıf Öğretmenliği Anabilim Dalı Arş. Görevlisi Ahmet TEKBIYIK, "Bağlam Temeli Yaklaşımla ortaöğretim 9. Sınıf Enerji ünitesine yönelik 5E Modeline Uygun Ders Materyalleri Geliştirilmesi" konulu Doktora Tez Çalışmasını İlimiz Çayeli İlçesinde bulunan Çayeli Ahmet Hamdi İshakoğlu Anadolu Lisesi, Vakıfbank Lisesi ve Barbaros Endüstri Meslek Lisesinde yapmak istemektedir.

Rize Üniversitesi Eğitim Fakültesi ilköğretim Sınıf Öğretmenliği Anabilim dalı Araştırma Görevlisi Ahmet TEKBIYIK'ın Doktora ve Tez Çalışmasını 2008-2009 eğitim öğretim yılında Çayeli İlçesinde bulunan Ahmet Hamdi İshakoğlu Anadolu Lisesi ,Vakıfbank Lisesi ve Barbaros Endüstri Meslek Lisesinde yapması müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarımızca da uygun görüldüğü takdirde gereğini olurlarınıza arz ederim.

Fehmi Kasım ÇELİK
Milli Eğitim Müdürü

OLUR

20 .../11/2008

Kubilay ANT

Vali a.

Vali Yardımcısı



Adres : Valilik Hizmet binası Kat : 3
Telefon : 0464 213 04 54-213 01 32
Faks : 0464 213 04 41
Web : rize.meb.gov.tr
e-posta: rizemem@meb.gov.tr

EGITIME
%100
DESTEK



Ek 7. Öğrenci Mülakat Soruları

A. Kavramsal Mülakat Soruları

1: İş kavramını tanımlayabilir misin? İş deyince aklına neler geliyor? Günlük hayatta kullanılan iş'le fiziksel anlamdaki (fizik dersinde öğrendiğin) iş arasında farklılık var mı?

2: Enerjiyi tanımlayabilir misin? Enerji deyince aklına neler geliyor?

3: Bildiğin enerji türlerini söyler misin?

4: Sence enerji harcanarak (tüketilerek) yok olabilir mi? Örneğin salıncakta sallanan bir çocuk ya da ayağıyla vurduğu bir top niçin bir süre sonra durur? Bu olayları enerjinin harcanmasıyla ilişkilendirebilir misin?

5: Sence enerji bir türden diğer bir türe dönüşebilir mi? Birkaç örnek verir misin?

6: Peki enerji dönüşmeden aktarılabilir mi? Buna örnek verebilir misin? Enerji dönüşümü ve enerji aktarımı arasında fark var mı?

7: Günlük yaşamımızda güçlü insan ya da güçlü araba gibi ifadeler kullanırız. Bunlardan ne anlıyorsun?

8: Fiziksel anlamda güç'ü tanımlayabilir misin?

9: Aynı işte kullanılan iki farklı araçtan (örneğin bir inşaatta yükleri yukarıya çıkaran iki vincin) hangisinin daha güçlü olduğunu belirleyebilmek için araçların hangi özelliklerine bakman gerekir?

10: Durgun bir havada (hava sürtünmesinin ihmal edildiği durumda) yüksek bir binanın tepesinden aşağıya bırakılan bir taşın yere ulaşmaya kadar, mekanik enerjisi hakkında neler söyleyebilirsin?

11: Rüzgârlı bir havada (hava sürtünmesinin ihmal edilmediği durumda) yüksek bir binanın tepesinden aşağıya bırakılan bir taşın yere ulaşmaya kadar, mekanik enerjisi hakkında neler söyleyebilirsin?

12: Günlük hayatta verim sözcüğünü sık sık kullanırız. Verimli makine ya da verimsiz makine kavramlarından ne anlıyorsun?

B. Uygulamaları Değerlendirmeye Yönelik Mülakat Soruları

1. Sınıfınızda enerji ünitesi, ders kitabından değil farklı bir kaynaktan işlendi, bu konuda ne düşünüyorsun? Bu ünite diğerlerinden farklı mıydı sence?

2. Bu ünite konuları anlayabildin mi, etkinliklerin öğrenmene etkisi oldu mu sence

3. Bu ünite işlenirken beğendiğin ya da beğenmediğin şeyler oldu mu?

Ek 8. Öğretmen Mülakat Soruları

1. Sınıfınızda yaklaşık beş hafta yeni fizik öğretim programına uygun olarak hazırlanan enerji ünitesi işlendi. Yapılan bu uygulamayı nasıl değerlendiriyorsunuz? Öğrencilerinizin öğrenmesine ne gibi katkılar yaptı?
2. Yapılan uygulamalar, öğrencilerinizin derse yönelik ilgi ve motivasyonları üzerinde ne gibi etkiler yaptı? Somut örnekler verebilir misiniz?
3. Sınıfınızda yeni öğretim programına uygun olarak hazırlanan bu üniteyi uygularken sizin dikkatinizi çeken noktalar oldu mu?
4. Siz bu üniteyi tekrar okutacak olsanız, neleri eklemek veya çıkarmak isterdiniz? Neleri değiştirdiniz?
5. Bu uygulamalardan sonra, sizce yeni fizik öğretim programını uygularken bir öğretmenin nelere dikkat etmesi gerekir?

Ek 9. Bağlam Temelli Öğretim Materyali Değerlendirme Ölçeği

Değerlendirme Maddeleri	Tamamen yeterli	Oldukça yeterli	Kısmen yeterli	Yetersiz
1. Konular gerçek yaşamdan verilen örneklerle başlıyor				
2. Materyal, fizik kavram ve kanunlarını öğrenmenin bir ihtiyaç olduğunu öğrenciye hissettirebilir				
3. Kavramlar gerçek yaşamla ilişkilendirilerek sunulmuştur				
4. Öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları olayları fizik bilgilerini kullanarak yorumlamasına olanak verebilir				
5. Öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları problemlere fizik bilgilerini kullanarak çözüm bulabilmesine olanak verebilir				
6. Öğrencilerin, fiziğin toplumsal öneminin farkına varmalarını sağlayabilir				
7. Konuların ilişkilendirildiği bağlamlar, sosyo-kültürel çevrelerinden seçilmiştir				
8. Öğrencilerin yeni öğrenecekleri bilgi ve becerileri nasıl ve niçin kullanacaklarını anlamalarına imkân verebilir				
9. Kullanılan bağlamlar öğrencilerin fiziğe olan ilgi ve motivasyonlarını artırabilir				
10. Öğrencilerin fizik ve teknoloji arasındaki ilişkiyi anlamalarını sağlayabilir				

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Osmaniye' de doğdu. İlk ve orta öğrenimini Osmaniye' de tamamladı. 2002 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü'nden mezun oldu. 2002–2005 yılları arasında KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalında, Atom ve Molekül Fiziği alanında Yüksek Lisansını tamamladı. 2003 yılında KTÜ Rize Eğitim Fakültesine Araştırma görevlisi olarak atandı. 2005 yılında KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalında Fizik Eğitimi Alanında Doktora Programına başladı. Halen Rize Üniversitesi Eğitim Fakültesi'nde araştırma görevlisi olarak çalışmalarını sürdürmektedir. Çok iyi derecede İngilizce bilmekte olup, evli ve bir çocuk babasıdır.