

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FİZİK ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

**TERMODİNAMIĞIN İKİNCİ YASASI VE ENTROPİ
KONULARININ ÖĞRENİMİNE
İŞBİRLİKLİ ÖĞRENME YÖNTEMİNİN
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

Rabia TANEL

**İzmir
2006**

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FİZİK ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

**TERMODİNAMIĞIN İKİNCİ YASASI VE ENTROPİ
KONULARININ ÖĞRENİMİNE
İŞBİRLİKLİ ÖĞRENME YÖNTEMİNİN
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

Rabia TANEL

**Danışman
Prof. Dr. Nevzat KAVCAR**

**İzmir
2006**

Doktora tezi olarak sunduğum “Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konularının Öğrenimine İşbirlikli Öğrenme Yönteminin Etkilerinin İncelenmesi” adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

06./09./2006



Rabia TANEL

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

İşbu çalışma, jürimiz tarafından Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı Fizik Öğretmenliği Bilim Dalı'nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Nevzat KAVCAR 

Üye: Prof. Dr. Mustafa EROL 

Üye: Prof. Dr. Ömer ERGİN 

Üye: Prof. Dr. Ali Rıza AKDENİZ 

Üye: Yrd. Doç. Dr. M. Sabri KOCAKÜLAH 

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

..../..../2006

Prof. Dr. Sedat GİDENER
Enstitü Müdürü



YÜKSEKÖĞRETİM KURULU DÖKÜMANTASYON MERKEZİ
TEZ VERİ FORMU

Tez No:

Konu Kodu:

Üniv. Kodu:

Tezin Yazarının

Soyadı: TANEL

Adı: Rabia

Tezin Türkçe Adı: Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konularının Öğrenimine İşbirlikli Öğrenme Yönteminin Etkilerinin İncelenmesi

Tezin Yabancı Dildeki Adı: Investigation of the Effects of the Cooperative Learning Method on Understanding the Second Law of Thermodynamics and Entropy

Tezin Yapıldığı

Üniversite: Dokuz Eylül Üniversitesi **Enstitü:** Eğitim Bilimleri Enstitüsü **Yıl:** 2006

Tezin Türü:

1-Yüksek Lisans

Dili: Türkçe

2-Doktora (X)

Sayfa Sayısı: 232

3- Sanatta Yeterlilik

Referans Sayısı: 145

Tez Danışmanının

Ünvanı: Prof. Dr.

Adı Soyadı: Nevzat KAVCAR

Türkçe Anahtar Kelimeler:

1. Termodinamik Öğretimi
2. İşbirlikli Öğrenme Yöntemi
3. Akademik Başarı
4. Hatırda Tutma
5. Tutum
6. Güven-Önem
7. Duyuşsal Özellikler

İngilizce Anahtar Kelimeler:

1. Thermodynamics Teaching
2. Cooperative Learning Method
3. Academic Achievement
4. Retention
5. Attitude
6. Confidence-Importance
7. Affective Characteristics

Tezinden dipnot gösterilmek şartıyla bir bölümünün fotokopisi alınabilir.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma sürecinde, verdiği düşünce ve önerilerle beni destekleyen, yönlendiren, her türlü yardımını esirgemeyen, en yoğun zamanlarında bile bana zaman ayıran tez danışmanım Prof. Dr. Nevzat Kavcar'a en içten teşekkürlerimi sunuyorum.

Tezimin her aşamasında önerilerde bulunarak beni yönlendiren, her zaman destek olan hocalarım Prof. Dr. Mustafa Erol'a ve Prof. Dr. Ömer Ergin'e teşekkürü bir borç bilirim.

Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konuları Başarı Ölçeği'nin geliştirilmesine önerileri ile katkıda bulunan hocalarım Doç. Dr. Halil Çallica ile Prof. Dr. Sönmez Güler'e, derslerine katılmama izin vererek işbirlikli öğrenme yöntemini ve tekniklerini en iyi şekilde öğrenme fırsatını bana veren Prof. Dr. Kamile Ün Açıköz'e çok teşekkür ediyorum.

Araştırmamın uygulama aşamasını gerçekleştirdiğim 2005-2006 öğretim yılındaki termodinamik dersi öğrencilerine, çalışmalarına içtenlikle katılmalarından dolayı çok teşekkür ederim.

Bana her zaman destek olan, görüş ve yardımını esirgemeyen, moral veren, aynı zamanda bir dost olan değerli arkadaşım Serap Kaya Şengören'e teşekkürlerimi sunuyorum.

Her zaman olduğu gibi, çalışmam sırasında da her türlü desteği esirgemeyen anneme, babama ve kardeşlerime sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Araştırmamın her aşamasında büyük sabır ve özveri ile beni destekleyen, verdiği görüşler ve önerilerle çalışmama katkıda bulunan, güdüleyen, moral veren, yardımını hiçbir zaman esirgemeyen, aynı zamanda meslektaşım olan sevgili eşim Zafer Tanel'e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Rabia TANEL

İzmir, 2006

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	viii
ÖZET	xii
ABSTRACT	xiv

BÖLÜM 1

1. GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu.....	1
1.1.1. Termodinamik Nedir?.....	1
1.1.2. Termodinamiğin Önemi.....	2
1.1.3. Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi.....	4
1.1.4. Termodinamiğin İkinci Yasasının ve Entropinin Önemi.....	6
1.1.4.1. Termodinamiğin İkinci Yasası ve/veya İlgili Kavramlar Ortaöğretim Düzeyinde Verilmeli midir?.....	9
1.1.5. Termodinamik Öğretiminde Karşılaşılan Güçlükler.....	12
1.1.6. Öğretmen Eğitiminin Önemi.....	16
1.1.7. Geleneksel Öğretimin Yetersizliği.....	17
1.1.8. İşbirlikli Öğrenme Nedir?.....	20
1.1.8.1. İşbirlikli Öğrenmenin Kuramsal Temelleri.....	20
1.1.8.2. İşbirlikli Öğrenme İçin Gerekli Koşullar.....	22
1.1.8.3. İşbirlikli Öğrenmede Öğretmenin ve Öğrencinin İşlevleri.....	25
1.1.9. İşbirlikli Öğrenme Teknikleri ve Öğretimsel İşler.....	26
1.1.9.1. Birlikte Öğrenme.....	27
1.1.9.2. Birlikte Soralım Birlikte Öğrenelim.....	30
1.1.9.3. Öğretimsel İşler.....	35
1.1.10. İşbirlikli Öğrenme Yönteminin Etkililiği.....	38
1.2. Amaç ve Önem	42

1.3. Problem Cümlesi.....	44
1.4. Alt Problemler.....	45
1.5. Sayıtlar.....	45
1.6. Sınırlılıklar.....	46
1.7. Tanımlar.....	46
1.8. Kısaltmalar.....	47

BÖLÜM 2

2. İLGİLİ YAYIN VE ARAŞTIRMALAR.....	48
2.1. Termodinamiğin İkinci Yasası, Entropi ve İlgili Kavramların Öğretimine İlişkin Yurt Dışında Yapılmış Çalışmalar.....	48
2.1.1. Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konuları İle İlgili Öğrenci Görüşlerini ve Kavram Yanılgılarını İnceleyen Çalışmalar.....	48
2.1.2. Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konularının Öğretimi İle İlgili Önerilerde Bulunan Çalışmalar.....	63
2.1.3. Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konularında Geliştirilen Öğretim Planının Denendiği Çalışmalar.....	70
2.2. Termodinamiğin İkinci Yasası, Entropi ve İlgili Kavramların Öğretimine İlişkin Yurt İçinde Yapılmış Çalışmalar.....	77
2.3. Termodinamik Dersinde İşbirlikli Öğrenme Yönteminin Kullanıldığı Çalışmalar.....	78
2.4. İşbirlikli Öğrenme Yönteminin Kullanıldığı Yurt Dışında Yapılmış Öteki Çalışmalar.....	81
2.5. İşbirlikli Öğrenme Yönteminin Kullanıldığı Yurt İçinde Yapılmış Çalışmalar.....	95

BÖLÜM 3

3. YÖNTEM.....	102
3.1. Araştırma Modeli.....	102
3.2. Evren ve Örneklem.....	102
3.3. Veri Toplama Araçları.....	102
3.3.1. Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konuları Başarı Ölçeği.....	103
3.3.2. Termodinamik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği.....	106

3.3.3. Fizik Dersine Yönelik Güven ve Önem Ölçeği.....	107
3.4. Deney Deseni.....	108
3.5. Araştırmada İzlenen İşlemler.....	109
3.5.1. Ön Hazırlık.....	109
3.5.2. Araştırma Materyallerinin Hazırlanması.....	110
3.5.3. Deney ve Kontrol Gruplarının Oluşturulması.....	111
3.5.4. Denel İşlemler.....	111
3.6. Veri Çözümleme Teknikleri.....	116

BÖLÜM 4

4. BULGULAR VE YORUMLAR.....	117
4.1. İşbirlikli Öğrenme İle Geleneksel Öğretim Yöntemlerinin Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konularında Öğrencilerin Akademik Başarılarına Etkileri.....	117
4.2. İşbirlikli Öğrenme İle Geleneksel Öğretim Yöntemlerinin Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konularında Öğrencilerin Hatırda Tutmalarına Etkileri.....	119
4.3. İşbirlikli Öğrenme İle Geleneksel Öğretim Yöntemlerinin Öğrencilerin Termodinamik Dersine Yönelik Tutumlarına Etkileri.....	122
4.4. İşbirlikli Öğrenme İle Geleneksel Öğretim Yöntemlerinin Öğrencilerin Fizik Dersine Yönelik Kendilerine Duydukları Güven ile Öğrenmelerini Etkileyen Etkenlere Verdikleri Önem Üzerindeki Etkileri.....	125
4.5. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Geleneksel Öğretim Yöntemine İlişkin Düşünceleri.....	130
4.5.1. Hoşnutluk.....	130
4.5.2. Yetersiz Bulma.....	133
4.5.3. Yeterli Öğrendiğine İnanma.....	135
4.5.4. Dersi Eğlenceli ve Zevkli Bulma.....	135
4.5.5. Kullanılan Okuma Parçalarına İlişkin Olumlu Görüş.....	136
4.5.6. Ders Saati Sayısını Fazla Bulma.....	136
4.6. Deney Grubu Öğrencilerinin İşbirlikli Öğrenme Yöntemine İlişkin Düşünceleri.....	137

4.6.1. Hoşnutluk.....	137
4.6.2. Hoşnutsuzluk.....	138
4.6.2.1. Yöntemin Yorucu Olması.....	139
4.6.2.2. Zaman Sıkıntısı.....	139
4.6.3. Anlamlı Öğrenme/ Bilginin Kalıcılığı.....	140
4.6.4. Dersi Eğlenceli ve Zevkli Bulma/ Derste Hiç Sıkılmama.....	142
4.6.5. Derse İstekli Katılım.....	144
4.6.6. Etkinlikler ve Materyallere İlişkin Olumlu Yorum.....	145
4.6.7. Arkadaşlarla İletişim ve Etkileşim.....	147
4.6.8. Öğretmenle İletişim ve Etkileşim.....	149
4.6.9. Öğrenmeye Yönelik Sorumluluk.....	150
4.6.10. Öğretmenlik Kariyerlerine Olacak Katkısı.....	151
4.6.11. Derse İsteyerek Devam Etme.....	151
4.6.12. Kendine Güven.....	152
4.6.13. Bireysel Değerlendirmeye İlişkin Olumlu Görüş.....	152

BÖLÜM 5

5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	154
5.1. Sonuçlar ve Tartışma.....	154
5.2. Öneriler.....	164
KAYNAKÇA.....	168
EKLER.....	181
EK-1. Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konuları Başarı Ölçeği.....	182
EK-2. Termodinamik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği.....	188
EK-3. Fizik Dersine Yönelik Güven ve Önem Ölçeği.....	191
EK-4. Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konuları Bilişsel Hedef ve Davranışları İle Termodinamik Dersine ve Dersin İşlenme Yöntemine Yönelik Duyuşsal Hedef ve Davranışlar.....	193
EK-5. Öğrencilerin Üzerinde Çalıştığı Örnek Araştırma Materyalleri.....	208
EK-6. İşbirlikli Öğrenme Yönteminin Uygulandığı Termodinamik Dersine İlişkin Örnek Günlük Planlar.....	224
EK-7. İlgili Makamdan Alınan Gerekli İzin Belgesi.....	231

TABLO LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 3.1. Güvenirlilik Öncesi Başarı Ölçeği Belirtke Çizelgesi.....	104
Tablo 3.2. Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konuları Başarı Ölçeği Belirtke Çizelgesi.....	105
Tablo 3.3. Deney Deseni.....	108
Tablo 3.4. Deney Grubunda Kullanılan İşbirlikli Öğrenme Teknikleri ve Öğretimsel İşler.....	115
Tablo 4.1. Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Başarı Ölçeği Ön Ölçümlerine Göre t Testi Sonuçları.....	117
Tablo 4.2. Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Başarı Ölçeği Son Ölçümlerine Göre t Testi Sonuçları.....	118
Tablo 4.3. Deney Grubu Başarı Ölçeği Ön ve Son Ölçümleri İle Kontrol Grubu Başarı Ölçeği Ön ve Son Ölçümlerine Göre t Testi Sonuçları.....	119
Tablo 4.4. Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Başarı Ölçeği Geciktirilmiş Ölçümlerine Göre t Testi Sonuçları.....	120
Tablo 4.5. Deney Grubu Başarı Testi Son ve Geciktirilmiş Ölçümleri İle Kontrol Grubu Başarı Testi Son ve Geciktirilmiş Ölçümlerine Göre t Testi Sonuçları.....	121
Tablo 4.6. Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Tutum Ölçeği Ön Ölçümlerine Göre t Testi Sonuçları.....	122
Tablo 4.7. Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Tutum Ölçeği Son Ölçümlerine Göre t Testi Sonuçları.....	123
Tablo 4.8. Deney Grubu Tutum Ölçeği Ön ve Son Ölçümleri İle Kontrol Grubu Tutum Ölçeği Ön ve Son Ölçümlerine Göre t Testi Sonuçları.....	124
Tablo 4.9. Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Güven Ön Ölçümlerine Göre t Testi Sonuçları.....	126
Tablo 4.10. Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Güven Son Ölçümlerine Göre t Testi Sonuçları.....	126

Tablo 4.11. Deney Grubu Güven Ön ve Son Ölçümleri İle Kontrol Grubu Güven Ön ve Son Ölçümlerine Göre t Testi Sonuçları.....	127
Tablo 4.12. Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Önem Ön Ölçümlerine Göre t Testi Sonuçları.....	128
Tablo 4.13. Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Önem Son Ölçümlerine Göre t Testi Sonuçları.....	129
Tablo 4.14. Deney Grubu Önem Ön ve Son Ölçümleri İle Kontrol Grubu Önem Ön ve Son Ölçümlerine Göre t Testi Sonuçları.....	130
Tablo 4.15. Geleneksel Öğretim Yöntemine İlişkin ve Belirli Başlıklar Altında Toplanan Görüşlere Katılan Kontrol Grubu Öğrencisi Sayıları.....	137
Tablo 4.16. İşbirlikli Öğrenme Yöntemi İle Uygulamanın İçeriğine İlişkin ve Belirli Başlıklar Altında Toplanan Görüşlere Katılan Deney Grubu Öğrencisi Sayıları.....	153

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Ishida'nın Doğal Olaylara Bakış Açısı.....	66
Şekil 3.1. Geleneksel Öğretim Yönteminde Sınıf Düzeni.....	112
Şekil 3.2. İşbirlikli Öğrenme Yönteminde Sınıf Düzeni.....	113
Şekil 4.1. Kontrol Grubu 1 Numaralı Öğrencisinin Yönteme İlişkin Düşünceleri.....	131
Şekil 4.2. Kontrol Grubu 2 Numaralı Öğrencisinin Yönteme İlişkin Düşünceleri.....	131
Şekil 4.3. Kontrol Grubu 3 Numaralı Öğrencisinin Yönteme İlişkin Düşünceleri.....	131
Şekil 4.4. Kontrol Grubu 6 Numaralı Öğrencisinin Yönteme İlişkin Düşünceleri.....	131
Şekil 4.5. Kontrol Grubu 7 Numaralı Öğrencisinin Yönteme İlişkin Düşünceleri.....	131
Şekil 4.6. Kontrol Grubu 8 Numaralı Öğrencisinin Yönteme İlişkin Düşünceleri.....	132
Şekil 4.7. Kontrol Grubu 10 Numaralı Öğrencisinin Yönteme İlişkin Düşünceleri.....	132
Şekil 4.8. Kontrol Grubu 7 Numaralı Öğrencisinin Yöntemden Hoşnut Olmasının Nedenine İlişkin Düşünceleri.....	132
Şekil 4.9. Kontrol Grubu 4 Numaralı Öğrencisinin Yöntemin Yetersizliğine İlişkin Düşünceleri.....	133
Şekil 4.10. Kontrol Grubu 5 Numaralı Öğrencisinin Yöntemin Yetersizliğine İlişkin Düşünceleri.....	134
Şekil 4.11. Kontrol Grubu 8 Numaralı Öğrencisinin Yöntemin Yetersizliğine İlişkin Düşünceleri.....	134
Şekil 4.12. Kontrol Grubu 11 Numaralı Öğrencisinin Yöntemin Yetersizliğine İlişkin Düşünceleri.....	135
Şekil 4.13. Kontrol Grubu 1 Numaralı Öğrencisinin Dersi Eğlenceli Bulmaya İlişkin Düşünceleri.....	135

Şekil 4.14. Kontrol Grubu 6 Numaralı Öğrencisinin Okuma Parçasına İlişkin Düşünceleri.....	136
Şekil 4.15. Deney Grubu 1 Numaralı Öğrencisinin Yönteme İlişkin Düşünceleri.....	137
Şekil 4.16. Deney Grubu 3 Numaralı Öğrencisinin Yönteme İlişkin Düşünceleri.....	138
Şekil 4.17. Deney Grubu 10 Numaralı Öğrencisinin Yönteme İlişkin Düşünceleri.....	138
Şekil 4.18. Deney Grubu 14 Numaralı Öğrencisinin Yönteme İlişkin Düşünceleri.....	138
Şekil 4.19. Deney Grubu 4 Numaralı Öğrencisinin Yönteme İlişkin Düşünceleri.....	139
Şekil 4.20. Deney Grubu 8 Numaralı Öğrencisinin Yönteme İlişkin Düşünceleri.....	139
Şekil 4.21. Deney Grubu 12 Numaralı Öğrencisinin Yönteme İlişkin Düşünceleri.....	139
Şekil 4.22. Deney Grubu 18 Numaralı Öğrencisinin Yönteme İlişkin Düşünceleri.....	139
Şekil 4.23. Deney Grubu 1 Numaralı Öğrencisinin Konuları Öğrendiğine İlişkin Düşünceleri.....	140
Şekil 4.24. Deney Grubu 2 Numaralı Öğrencisinin Konuları Öğrendiğine İlişkin Düşünceleri.....	140
Şekil 4.25. Deney Grubu 9 Numaralı Öğrencisinin Konuları Öğrendiğine İlişkin Düşünceleri.....	140
Şekil 4.26. Deney Grubu 10 Numaralı Öğrencisinin Konuları Öğrendiğine İlişkin Düşünceleri.....	141
Şekil 4.27. Deney Grubu 11 Numaralı Öğrencisinin Konuları Öğrendiğine İlişkin Düşünceleri.....	141
Şekil 4.28. Deney Grubu 1 Numaralı Öğrencisinin Dersi Eğlenceli ve Zevkli Bulmasına, Derste Sıkılmamasına İlişkin Düşünceleri.....	142
Şekil 4.29. Deney Grubu 3 Numaralı Öğrencisinin Derste Sıkılmamasına İlişkin Düşünceleri.....	142

Şekil 4.30. Deney Grubu 8 Numaralı Öğrencisinin Derste Sıkılmamasına İlişkin Düşünceleri.....	142
Şekil 4.31. Deney Grubu 16 Numaralı Öğrencisinin Dersi Eğlenceli ve Zevkli Bulmasına İlişkin Düşünceleri.....	143
Şekil 4.32. Deney Grubu 18 Numaralı Öğrencisinin Dersi Eğlenceli ve Zevkli Bulmasına İlişkin Düşünceleri.....	143
Şekil 4.33. Deney Grubu 19 Numaralı Öğrencisinin Dersi Eğlenceli ve Zevkli Bulmasına İlişkin Düşünceleri.....	143
Şekil 4.34. Deney Grubu 4 Numaralı Öğrencisinin Derse İstekli Katılıma İlişkin Düşünceleri.....	144
Şekil 4.35. Deney Grubu 8 Numaralı Öğrencisinin Derse İstekli Katılıma İlişkin Düşünceleri.....	144
Şekil 4.36. Deney Grubu 13 Numaralı Öğrencisinin Derse İstekli Katılıma İlişkin Düşünceleri.....	144
Şekil 4.37. Deney Grubu 19 Numaralı Öğrencisinin Derse İstekli Katılıma İlişkin Düşünceleri.....	144
Şekil 4.38. Deney Grubu 1 Numaralı Öğrencisinin Etkinlikler ve Materyallere İlişkin Düşünceleri.....	145
Şekil 4.39. Deney Grubu 2 Numaralı Öğrencisinin Etkinlikler ve Materyallere İlişkin Düşünceleri.....	145
Şekil 4.40. Deney Grubu 4 Numaralı Öğrencisinin Etkinlikler ve Materyallere İlişkin Düşünceleri.....	146
Şekil 4.41. Deney Grubu 8 Numaralı Öğrencisinin Etkinlikler ve Materyallere İlişkin Düşünceleri.....	146
Şekil 4.42. Deney Grubu 11 Numaralı Öğrencisinin Etkinlikler ve Materyallere İlişkin Düşünceleri.....	146
Şekil 4.43. Deney Grubu 14 Numaralı Öğrencisinin Etkinlikler ve Materyallere İlişkin Düşünceleri.....	146
Şekil 4.44. Deney Grubu 17 Numaralı Öğrencisinin Etkinlikler ve Materyallere İlişkin Düşünceleri.....	147
Şekil 4.45. Deney Grubu 18 Numaralı Öğrencisinin Etkinlikler ve Materyallere İlişkin Düşünceleri.....	147

Şekil 4.46. Deneş Grubu 8 Numaralı Öğrencisinin Arkadaşlarıyla İlişkilerine Yönelik Düşünceleri.....	148
Şekil 4.47. Deneş Grubu 16 Numaralı Öğrencisinin Arkadaşlarıyla İlişkilerine Yönelik Düşünceleri.....	148
Şekil 4.48. Deneş Grubu 17 Numaralı Öğrencisinin Arkadaşlarıyla İlişkilerine Yönelik Düşünceleri.....	148
Şekil 4.49. Deneş Grubu 18 Numaralı Öğrencisinin Arkadaşlarıyla İlişkilerine Yönelik Düşünceleri.....	148
Şekil 4.50. Deneş Grubu 19 Numaralı Öğrencisinin Arkadaşlarıyla İlişkilerine Yönelik Düşünceleri.....	149
Şekil 4.51. Deneş Grubu 4 Numaralı Öğrencisinin Öğretmenle İletişimine İlişkin Düşünceleri.....	149
Şekil 4.52. Deneş Grubu 11 Numaralı Öğrencisinin Öğretmenle İletişimine İlişkin Düşünceleri.....	149
Şekil 4.53. Deneş Grubu 17 Numaralı Öğrencisinin Öğrenmeye Yönelik Sorumluluğa İlişkin Düşünceleri.....	150
Şekil 4.54. Deneş Grubu 20 Numaralı Öğrencisinin Öğrenmeye Yönelik Sorumluluğa İlişkin Düşünceleri.....	150
Şekil 4.55. Deneş Grubu 5 Numaralı Öğrencisinin Yöntemin Öğretmenlik Kariyerlerine Katkısına İlişkin Düşünceleri.....	151
Şekil 4.56. Deneş Grubu 9 Numaralı Öğrencisinin Yöntemin Öğretmenlik Kariyerlerine Katkısına İlişkin Düşünceleri.....	151
Şekil 4.57. Deneş Grubu 5 Numaralı Öğrencisinin Derse Devam Etmeye İlişkin Düşünceleri.....	152
Şekil 4.58. Deneş Grubu 15 Numaralı Öğrencisinin Kendine Olan Güvenine Yöntemin Etkisine İlişkin Düşünceleri.....	152
Şekil 4.59. Deneş Grubu 16 Numaralı Öğrencisinin Bireysel Değerlendirmeye İlişkin Düşünceleri.....	152

Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konularının Öğrenimine İşbirlikli Öğrenme Yönteminin Etkilerinin İncelenmesi

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, lisans düzeyinde termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularının işbirlikli öğrenme ve geleneksel öğretim yöntemleriyle öğrenilmesinin öğrencilerin başarısı, hatırd tutması, termodinamik dersine yönelik tutumu, fizik dersine ilişkin kendilerine duydukları güven ve öğrenmelerini etkileyen etkenlere verdikleri önem üzerindeki etkilerinin incelenmesi ile kontrol grubu ve deney grubu öğrencilerinin uygulanan yöntemler ve uygulamanın içeriğine ilişkin görüşlerinin incelenmesidir.

Araştırmada ön ölçüm- son ölçüm kontrol grublu deneme modeli kullanılmıştır. Kontrol ve deney gruplarının oluşturulmasında öğrencilerin not ortalamalarının kullanılmasından dolayı yarı deneysel model izlenmiştir. Araştırmanın örneklemini, 2005-2006 eğitim-öğretim yılında bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi fizik eğitimi anabilim dalının üçüncü sınıfında okutulan termodinamik dersine devam eden 40 öğrencisi oluşturmaktadır. Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konuları Başarı Ölçeği, Termodinamik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği, Fizik Dersine Yönelik Güven ve Önem Ölçeği ile öğrenci kompozisyonları araştırmanın veri toplama araçlarıdır. Verilerin analizinde SPSS 11.0 istatistik programı kullanılmıştır, ayrıca öğrenci görüşleri belirli başlıklar altında toplanarak sayısal dağılımı sunulmuştur.

Araştırmanın sonucunda, işbirlikli öğrenme yönteminin öğrencilerin termodinamik başarısını artırdığı, bilgilerinin kalıcılığını sağladığı ortaya konulmuştur. İşbirlikli öğrenme yönteminin, deney grubu öğrencilerinin derse yönelik tutumları ile fizik dersine yönelik kendilerine duydukları güven ve fizik konularını anlamalarında etkili olan etkenlere verdikleri önemi, kontrol grubu öğrencilerine göre anlamlı bir şekilde geliştirmedeği sonucu saptanmıştır.

Kontrol grubu öğrencilerinin geleneksel öğretim yönteminden hoşnut oldukları, yeterli öğrenme düzeyine ulaştıklarına inandıkları ne varki yöntemin birtakım yetersizliklerinin de farkında oldukları görülmüştür. Ayrıca geleneksel öğretim sınıfında derslerin zevkli ve eğlenceli geçtiğini belirten öğrenciler de bulunmaktadır.

Deney grubu öğrencilerinin işbirlikli öğrenme yöntemini sevdikleri; yöntemin, etkinliklerin ve materyallerin bilgiyi anlamlı ve kalıcı bir biçimde öğrenmelerini sağladığına inandıkları; derste hiç sıkılmadıklarını, dersin çok eğlenceli ve zevkli geçtiğini, yöntemin arkadaşlarıyla ve öğretmenleriyle olan iletişim ve etkileşimlerini geliştirdiğini düşündükleri ortaya konulmuştur. Sonuç olarak, işbirlikli öğrenme yönteminin öğrencilerin duyuşsal özelliklerini olumlu etkilediği söylenebilir.

Elde edilen sonuçlara dayanılarak, eğitimcilere ve araştırmacılara bazı önerilerde bulunulmuştur.

Investigation of the Effects of the Cooperative Learning Method on Understanding the Second Law of Thermodynamics and Entropy

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the effects of the cooperative learning and traditional teaching methods on, (a) student achievement and retention in the second law of thermodynamics and entropy in physics, (b) students' attitudes towards the subject of thermodynamics, (c) students' self-confidence in physics, and the importance students placed on the factors affecting their learning. The study also explored students' ideas about the cooperative learning and traditional teaching methods.

The study employed quasi-experimental research design. The sample consisted of 40 university students following a thermodynamics course at physics education department in a state university during 2005-2006 academic year. The data collection instruments used in the study were the Second Law of Thermodynamics and Entropy Test, the Attitude Scale Towards Thermodynamics, Confidence and Importance Scale in Physics, and Student Compositions. SPSS 11.0 statistical computer software was used for the analysis of the data, and the students' ideas were classified into groups and presented as frequencies.

Findings suggest that cooperative learning method increased student achievement in thermodynamics, and improved student retention. However, there was not a statistically significant difference between the Attitude Scale Towards Thermodynamics scores of the students in the control and experimental groups in the post-test. The method did not improve student self-confidence in physics, and the importance students placed on the factors affecting their learning.

The students in the control group were pleased with the traditional teaching method, and believed that they reached an appropriate level of understanding. However, they were aware of the deficiencies of the method. Moreover, some students stated that traditional teaching lessons were entertaining and enjoyable.

The students in the experimental group liked the cooperative learning method, and believed that the method, activities and materials used in the lessons provided them with meaningful and permanent learning. They stated that they did not get bored in the course. They found the lessons entertaining and enjoyable. They also felt that the method improved their communication and interaction skills with each other and teacher. The results suggested that the cooperative learning method had a positive impact on the affective domain of student learning.

Based on the findings of the study, some implications for teaching and research were also discussed.

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Bu bölümde, araştırmanın problem durumu, amacı ve önemi, problem cümlesi, alt problemler, sayılılar, sınırlılıklar, tanımlar ve kısaltmalara yer verilmiştir. Problem durumunda, termodinamik, termodinamiğin ikinci yasası ve entropi tanıtılmış, önemleri vurgulanmış, ilgili konularda öğrencilerin karşılaştıkları güçlüklerle değinilmiş, öğretmen eğitiminin önemi ve geleneksel öğretimin yetersizliğinden söz edilmiş, işbirlikli öğrenme yöntemi, teknikleri ve öğretimsel işler tanıtılmış, işbirlikli öğrenme yönteminin etkililiği açıklanmıştır.

1.1. Problem Durumu

1.1.1. Termodinamik Nedir?

Çengel ve Boles (1996: 2) ile Jones ve Dugan (2003: 1), termodinamiği enerji bilimi olarak tanımlamaktadırlar.

Yamankaradeniz (2004: 1)'e göre; termodinamik, enerji ve enerji dönüşümlerini, entropiyi ve maddenin fiziksel özellikleri arasındaki bağlantıları inceleyen fiziksel bir bilim dalıdır. Bir çok farklı enerji türü (mekanik, elektrik, ısı, kimyasal, nükleer vs.) vardır. Bu enerjiler arasındaki dönüşümlerin nasıl ve ne derecede gerçekleşebileceğini termodinamik inceler.

Çetinkaya (1999: 2)'ya göreyse; termodinamik, fiziğin enerji ve enerjinin şekil değiştirmesi ile uğraşan kolu olarak tanımlanmaktadır. Bir başka tanımlamaya

göre termodinamik, enerji, enerji dönüşümü ve buna bağlı olarak maddenin durumundaki değişimin bilimidir. Termodinamik günümüzde enerji ve entropi bilimi olarak da tanımlanmaktadır.

Çengel ve Boles (1996: 2)'un aktardığına göre, termodinamiğin bir bilim dalı olarak ortaya çıkması 1697'de Thomas Savery ve 1712'de Thomas Newcomen'in, İngiltere'de ilk başarılı buhar makinelerini yapmalarıyla başlar. Bu makineler çok yavaş ve düşük verimli olmakla birlikte, yeni bir bilimin gelişmesinin öncüleri olmuşlardır. Termodinamiğin birinci ve ikinci yasaları 1850'lerde öncelikle William Rankin, Rudolph Clausius ve Lord Kelvin (William Thomson) tarafından yapılan araştırmalar sonunda, birlikte ortaya konulmuştur. Termodinamik terimi ilk olarak Lord Kelvin tarafından 1849'da yapılan bir yayında kullanılmıştır. Termodinamik sözcüğü, Latince therme (ısı) ve dynamis (güç) sözcüklerinden türetilmiştir ve geçmişten bugüne süregelen ıyı işe dönüştürme çabalarının uygun bir tanımlaması olmaktadır.

İnsanlar uzun yıllar termodinamik yasalarına aykırı olarak, kendi kendine işleyen makineleri icat etmek için uğraşmışlardır. Termodinamik kural ve kavramlar bilimsel temellere dayandırıldıktan sonra bu tür gereksiz uğraşlardan vazgeçilmiştir. Bugün artık enerjinin yoktan yaratılamayacağı ve yalnız bir ısı kaynağından ısı alıp, net iş üretilmeyeceği kesin olarak bilinmektedir (Çengel ve Boles, 1996: 230-232; Yalçın ve Gürü, 1999:1).

1.1.2. Termodinamiğin Önemi

Lieb ve Yngvason (2000)'ın aktardığına göre Albert Einstein şöyle demiştir: “Bir kuram önermeleri ne kadar basit, ilgili olduğu şeyler ne kadar çok ve uygulama alanı ne kadar geniş olursa, o kadar etkileyicidir. Bu nedenle klasik termodinamik beni derin bir şekilde etkiledi. Temel kavramlarının uygulanabilirliği ile asla yıkılmayacağına emin olduğum evren içeriğinin tek fiziksel kuramıdır.”

Linn ve Songer (1991)'a göre; termodinamik fiziksel bilimlerin çoğunun temelidir. Termodinamik, çoğu gözlenebilir olayları içerir ve deney yoluyla kolaylıkla kabul edilebilir. Öğrenciler, termodinamiğin içerdiği doğal olarak meydana gelen çoğu problemle karşı karşıya gelirler. Benzer şekilde Patron (1997) da, termodinamiğin doğal olaylara dayandığı ve deneylerle kabul edilebilir olduğunu, bu nedenle de öğrencilerin termodinamiğin bazı kavramları ile kendi deneyimleri arasında ilişki kurabileceklerini belirtmektedir.

Termodinamik, kimya, fizik ve bütün doğal bilimlerin anahtarıdır (Sözbilir, 2001). Çok geniş bir aralıkta uygulanabilirliği nedeniyle termodinamik yararlı bir derstir. Önemlidir, çünkü çoğu alanın çoğu temel ilkesini oluşturur (Patron, 1997). Biyokimya, eczacılık, kimya, fizik ve mühendislik gibi programlarda termodinamik öğretilmektedir (Patron, 1997). Termodinamik, özellikle mühendislik ve aynı zamanda üniversite kimya ve fizik bölümlerinde temel bir alandır (Sözbilir, 2001).

Meltzer (2004) de, termodinamiğin geniş kapsamlı bir etkiye sahip olduğunu söylemekte ve konunun geniş temelli ve disiplinler arası yapısı nedeniyle termodinamik öğretimi üzerine çalışmanın önemini vurgulamaktadır.

Termodinamik, otomobillerden uçaklara ve uzay araçlarına, termik güç santrallerinden nükleer güç santrallerine, iklimlendirme sistemlerinden bilgisayarlara kadar çok geniş bir uygulama alanına sahiptir. Evlerde kullandığımız araçların bir çoğunun tasarımı termodinamiğin ilkelerinden yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Örnekler arasında elektrikli veya gazlı fırın, düdüklü tencere, su ısıtıcısı, ütü, klima, bilgisayar ve televizyon sayılabilir. İnsan vücudu da termodinamiğin önemli uygulama alanlarından birisidir.

Termodinamiğin tanımı ve önemi genel olarak belirtildikten sonra, bu tezin araştırma konusu olan termodinamiğin ikinci yasası ile entropinin tanımları ve termodinamik alanındaki önemleri sonraki alt bölümlerde verilmektedir.

1.1.3. Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi

Termodinamiğin birinci yasası, enerjinin korunumu ilkesini açıklar, termodinamiğin ikinci yasası ise, enerjinin niceliğinin (miktarının) yanında niteliğinin de dikkate alınması gerektiğini ortaya koyar ve doğadaki değişimlerin enerjinin niteliğini azaltan yönde gerçekleştiğini belirtir. Örneğin, masaya bırakılan bir fincan kahve zamanla soğur, fakat hiçbir zaman kendiliğinden ısınmaz. Kahvenin yüksek sıcaklıktaki enerjisi niteliğinden kaybederek (düşük sıcaklıkta daha az kullanılabilir bir biçime dönüşerek) çevre havaya geçer (Çengel ve Boles, 1996: 2).

Termodinamiğin ikinci yasasının kullanımı sadece hal değişimlerinin yönünü belirlemekle sınırlı değildir. İkinci yasa enerjinin niceliği yanında niteliğini de ön plana çıkarır. Birinci yasa enerjinin niceliği üzerinde durur ve enerjinin bir biçimden diğerine dönüşümü sırasındaki değişimleri, sayısal değerlerle açıklar. Sayısal değer olarak eşit, fakat biçim ve kaynak bakımından farklı enerji arasında ayırım gözetmez. Enerjinin niteliğini korumak mühendislerin başlıca tasalarından biridir, ikinci yasa enerjinin niteliğini ve bir hal değişimi sırasında bu niteliğin nasıl azaldığını hesaplamak için somut yöntemler ortaya koyar (Çengel ve Boles, 1996: 217).

Cochran (2005), termodinamik konularını içeren kitaplarda bulunan bütün metinlerin, termodinamiğin birinci yasasının enerjinin korunumuna ilişkin bir anlatım olduğu üzerinde anlaşmakta olduklarını, birinci yasanın neredeyse hiç başka anlatımı olmadığını ve $\Delta U = Q + W$ bağıntısıyla verildiğini belirtmektedir. Burada ΔU sistemin iç enerjisindeki değişimi, Q sisteme eklenen ısıyı ve W sistem üzerine yapılan işi temsil eder. Bazı yazarlar sistem üzerine yapılan iş üzerinde odaklanırlar ve bu nedenle W 'nin önüne negatif bir işaret getirirler. Diğer yazarlar Q ve W yerine dQ ve dW kullanırlar. Bununla birlikte bunlar işaretli farklılıklardır. Temelde, çoğu metinde verilen termodinamiğin birinci yasası bağıntısı aynıdır (Cochran, 2005).

Termodinamik kitaplarında termodinamiğin birinci yasası için aynı açıklamanın ve bağıntının verildiği görüşü doğrudur. Ne varki incelenen

termodinamik kitapları (Çengel ve Boles, 1996; Çetinkaya, 1999; Jones ve Dugan, 2003; Sears ve Salinger, 2002; Yalçın ve Gürü, 1999; Yamankaradeniz, 2004) termodinamiğin birinci yasasını en genel haliyle $\Delta E = Q - W$ ve hareketsiz kapalı sistemler içinse $\Delta U = Q - W$ şeklinde vermektedirler; ayrıca sisteme ısı girişinin (+), sistemden ısı çıkışının (-) ve sistem tarafından yapılan işin (+), sistem üzerine yapılan işin (-) alındığı biçimindeki işaret kabulünü belirtmektedirler.

Cochran (2005)'in da belirttiği üzere termodinamiğin ikinci yasasının farklı açıklamaları vardır. Çoğu metin, ikinci yasanın bir tanımdan daha fazla olduğunu açıklamaktadır. Bu açıklamalar, ısı motorları, entropi, tersinmezlik vb. kavramları içerir ve farklı denklemlerle tanımlanır.

Termodinamiğin ikinci yasasının Kelvin-Planck tarafından yapılan açıklaması şöyledir:

“Termodinamik bir çevrim gerçekleştirerek çalışan bir makinenin sadece bir kaynaktan ısı alıp, net iş üretmesi olanaksızdır. Kelvin-Planck açıklamasına göre hiçbir ısı makinesinin ısı verimi yüzde 100 olamaz.” (Çengel ve Boles, 1996: 224).

Termodinamiğin ikinci yasasının Clausius tarafından yapılan açıklaması şöyledir:

“Termodinamik bir çevrim gerçekleştirerek çalışan bir makinenin, başka hiç bir enerji etkileşiminde bulunmadan, düşük sıcaklıktaki bir cisimden ısı alıp yüksek sıcaklıktaki bir cisme ısı vermesi olanaksızdır.” (Çengel ve Boles, 1996: 228).

Çengel ve Boles (1996), Çetinkaya (1999), Jones ve Dugan (2003), Sears ve Salinger (2002), Yalçın ve Gürü (1999) ve Yamankaradeniz (2004) kitaplarında termodinamiğin ikinci yasasının Kelvin-Planck ve Clausius açıklamalarını vermektedirler. Genel olarak kitaplarda, termodinamiğin ikinci yasasının doğal olayların tek yönde gerçekleşebileceğini belirttiği de vurgulanmaktadır. Bunlara ek olarak Sears ve Salinger (2002: 131), ikinci yasayı entropi kavramı ile şöyle

tanımlamıştır: “Yalıtılmış bir sistemde entropinin azalacağı süreçler olmaz; ya da yalıtılmış bir sistemde olan her süreçte sistemin entropisi ya artar ya da sabit kalır.”

Kitaplarda ikinci yasanın matematiksel açıklaması olarak da $\Delta S_{toplam} \geq 0$

(Çetinkaya, 1999: 79) veya $\Delta S \geq \int_1^2 \frac{\delta Q}{T}$ (Çengel ve Boles, 1996: 270) verilmektedir.

Diğer termodinamik kitapları bu denklemleri vermekle birlikte, ikinci yasa ile ilişkisini doğrudan vurgulamamaktadırlar. Ayrıca Hewitt (1989: 312) tarafından ikinci yasa için verilen, ısının kendiliğinden soğuk bir cisimden sıcak bir cisme aktarılmayacağı tanımı diğer bütün kitaplarda da örnekler yoluyla bir biçimde verilmektedir.

Genellikle çoğu kitap entropi için net bir tanım vermekten kaçınmıştır. Çetinkaya (1999) ve Yamankaradeniz (2004), entropinin fiziksel bir açıklamasını yapmanın zor olduğunu belirtmektedirler. Çetinkaya (1999: 81) entropiyi, bir sistemdeki enerjinin değersizleşme düzeyini gösteren bir büyüklük olarak ya da sistemdeki düzensizliğin bir ölçüsü şeklinde tanımlamaktadır. Sistemin düzensizliğinin ölçüsü tanımı Hewitt (1989: 318) tarafından da yapılmıştır. Sözbilir (2001), entropiyi evrendeki madde ve enerjinin daha az düzenli olmaya olan eğilimini açıklamaya yardım eden temel bir kavram olarak tanımlamıştır.

1.1.4. Termodinamiğin İkinci Yasasının ve Entropinin Önemi

Uzun zamandan beri fizikte termodinamiğin ikinci yasası belki de en kusursuz ve en doğruluğundan şüphe edilemez yasa olarak görülmektedir. Ayrıca felsefi bir öneme sahip olduğu da söylenir; devamlı olarak yozlaşan (dejenere olan) evreni en düşük entropi durumunda başlatan Tanrının varlığının bir kanıtı olarak görülmektedir; aksine diyalektik materyalizimle uyuşmayan yapısı ve insanın kusursuzluğu nedeniyle de reddedilmektedir. Termodinamiğin ikinci yasasına aykırı geçmişten bugüne hiçbir durum, küçücük bir tane bile bulunamamıştır (Lieb ve Yngvason, 2000).

Lambert (1998); termodinamiğin ikinci yasasının, kuarklardan evrene kimyasal reaksiyonlardan sürekli devinimli (ek enerji verilmeden sonsuza kadar çalışabilen devir daim) makinelerine kadar uygulamasındaki genişlik ve derinliği nedeniyle dehşet verici olduğunu belirtmekte ve üstünlüğünün, Sir Arthur Eddington'un 1928 yılında dile getirdiğinden daha iyi tanımlanamayacağını vurgulamaktadır: “...eğer kuramınız termodinamiğin ikinci yasasına aykırı çıktıysa, size hiç ümit veremem, kuramınız için rezil olarak başarısızlığa uğramaktan başka bir şey yoktur.”

Termodinamiğin ikinci yasasının, profesyonel bilim adamları için çoğu fiziksel olayın açıklanmasında anahtar olması nedeniyle ayrıcalıklı bir konumu vardır. Bir yandan, doğal olayları inceleyen termodinamik gibi aşırı derecede yeterli bir kuram için bir postüladır, öte yandan diğer hiçbir yasa olanaksızlığı veya bir üst sınırı belirtmediği, ya da daha çok onunla bir şekilde ilişkili olmaları açısından eşsizliği nedeniyle fiziksel yasalar içinde saygıdeğer bir yere sahiptir. Aynı şekilde, ikinci yasa insanlığın kültürel geçmişi boyunca iyi oluşturulmuştur, diğer yasalardan farklı olarak günlük deneyimlerde kararlı bir şekilde kendini göstermektedir. Termodinamiğin ve ikinci yasasının fizik öğretimi söz konusu olduğunda sadece görelî bir şekilde sınırlı olarak ele alındığı da bir gerçektir (Malizia ve Tarsitani, 1995).

Meltzer (2004), temel bir kavramsal güçlüğün; ısı, iş ve iç enerjinin aynı temel niceliğın yani enerjinin farklı türleri olduğu ve hepsinin aynı birimle verildiği gerçeğinden kaynaklandığını, çoğu öğrencinin bu üç nicelik arasında niçin bir ayırım yapılması gerektiğini ya da aslında böyle bir ayırımın herhangi bir öneminin olup olmadığını anlayamadığını belirtmektedir. Bilindiği üzere bu üç nicelik arasındaki ayırımın önemi yalnızca ikinci yasa yardımıyla anlaşılabilir. İkinci yasa tanıtılana kadar, ısı, iş ve iç enerji arasındaki ayırım fark edilemez, oysa birinci yasa için böyle bir ayırımın önemi yoktur. Toplam enerji korunduğu sürece, enerjinin ısı, iş veya iç enerji biçiminde olması birinci yasayı ilgilendirmez. Halbuki işin diğerlerinden daha değerli yani daha kullanılabilir bir enerji çeşidi olduğu, sadece ikinci yasa yoluyla

anlaşılabilir. Bu nedenle termodinamik derslerinde ikinci yasaya en az diğer konular kadar önem verilmelidir (Meltzer, 2004).

Macdonald (1995)'a göre, ikinci yasa termodinamiğin merkezindedir.

Means (2002) çalışmasında, termodinamiğin ikinci yasasının genellikle en çok tartışılan yasa olduğunu, ikinci yasanın tanımlandığı birbirinden farklı bağıntıların olduğunu vurgulamakta, genel olarak ders kitaplarının birkaç farklı bağıntı ile Clausius ve Kelvin açıklamalarını verdiğini belirtmektedir.

Johnstone, MacDonald ve Webb (1977), entropinin fende büyük olasılıkla en araştırmaya değer konulardan biri olduğunu söylemektedirler. Belki de bu kavramın diğerlerinden daha çok termodinamiğin popüler olmamasının sorumlusu olduğunu, çünkü hiç kimsenin anlamadığı bir şeyi sevmeyeceğini söyleyerek entropinin öğrenciler tarafından anlaşılmadığını da dolaylı olarak belirtmektedirler.

Wanderlingh (1995)'e göre, fiziğin amaçları için kullandığı bir çok şey arasında, entropi anlam ve tek bir kuramın parçası olma derecesi bakımından en gizemli olanıdır.

Termodinamiğin ikinci yasasının etkisini gösterdiği olaylara örnekler vererek ikinci yasanın önemi Solomon (1982) tarafından şu sözlerle vurgulanmaktadır: Motorlar, ısı kaynağını soğutup, çevreyi ısıtarak aynılığa doğru gidilmesine neden olur. Sürtünme, hareketi azaltır; zıplayan top durur, su yüksekten göllere ve kaynaklara iner, osmos konsantrasyon farkı nedeniyle olur; piller sadece levhaları farklı malzemelerle kaplanırsa çalışır ve rüzgarlar yüksek basınçlı bölgelerden alçak basınçlı bölgelere eser. Liste sonsuzdur.

Ferbar (1995)'in aktardığına göre; Falk (1976), ısı aktarımları ve ısının oluşumundan söz etmek yerine, kafa karıştırıcı olmayan ve fiziksel niceliklere daha uygun olan entropi değişimi ve entropi değişiminin meydana geldiği sıcaklığı ele almanın daha iyi olacağını belirtmektedir.

Ferbar (1995)'ın belirttiğine göre; entropinin çok genel bir anlamı vardır. Entropi üretimi, enerjinin daha kullanışsız şekle dönüştüğü tersinmez süreçlerle oluşur; çünkü bazı enerji dönüşümleri tersinmezdir. Bu şekilde tanımlanan enerji, ikinci yasa ve entropiye değinilmeden tanımlanan enerjiye göre günlük yaşamın daha fazla parçası olarak ortaya çıkarak ekoloji ve ekonomiyi tatmin etmektedir.

Termodinamiğin ikinci yasasının ve entropinin tanımlanmasından ve önemlerinin belirtilmesinden sonra, ikinci yasa ve entropi konularının ortaöğretim düzeyinde de verilmesi gerektiğini tartışan ve yurt dışında verildiğini vurgulayan çalışmalara sonraki kesimde değinilecektir.

1.1.4.1 Termodinamiğin İkinci Yasası ve/veya İlgili Kavramlar Ortaöğretim Düzeyinde Verilmeli midir?

Günlük dilde, genellikle enerjinin kullanılıp bitirildiği, enerjinin harcandığı ve enerjinin korunmasının gerekli olduğu vb. söylenir. Enerjinin korunumu böylece evrenin toplam enerjisinin sabit kaldığı bilimsel anlatımına aykırı olarak, enerjiyi harcama konusunda dikkatli olma anlamında ortaya çıkmaktadır. Enerjinin korunumunun günlük yaşamdaki bu anlaşılma şekilleri, günlük konuşmalarda kullanılan ve enerji olarak adlandırılan termodinamikteki korunmayan serbest enerji niceliğine karşılık geldiği sonucuna varılmasına yol açmaktadır. Bazı yazarlar için, bu enerjinin harcanması günlük deneyimi ile enerjinin korunumu bilimsel görüşü arasındaki görünen çatışmanın, öğrencilere enerjinin değer kaybetmesi kavramının yani doğal süreçlerde enerjinin korunduğu fakat devamlı olarak daha az yararlı hale geldiği görüşünün tanıtılması yoluyla üstesinden gelinebilir. Enerjinin değer kaybetmesi, doğal olaylar sırasında enerjinin niceliksel olarak değil de niteliksel olarak değer yitirdiğini belirtir, şöyle ki azaldığından söz ettiğimiz şey sistemin kullanılabilir enerjisidir. Enerjinin değer kaybetmesi, enerji kavramının tam bir yapılanması için gerekli olan kayıp bir parça gibidir. Enerjinin değer kaybetmesi ve enerjinin korunumu kavramlarının, enerji kavramının uygun olarak anlaşılması için ilişkilendirilmesine ve birbirlerinden ayırt edilmesine gereksinim vardır. Enerjinin değer kaybetmesi, doğal süreçlerdeki tek yönlülük ve tersinmezlik

düşüncesini tanıtmada da kullanılacak yararlı bir kavramdır (Pinto, Couso ve Gutierrez, 2005).

Pinto, Couso, Gutierrez (2005)'in aktardığına göre; çoğu yazar üniversite öncesi öğrencilere termodinamiğin ikinci yasasını tanıtmının uygunluğunu tartışmaktadır. Ross (1988) termodinamiğin ikinci yasasının, genel deneyimin bir parçası olduğunu, daha sonra Goldring ve Osborn (1994) "...termodinamiğin ikinci yasası bazı uygun şekillerde küçük çocuklar için bile enerji öğretim programının parçası olmalıdır..." diye belirtmiştir. Çoğu yazar enerjinin değer kaybetmesi görüşünün, doğal olayları tanımlamayı kolaylaştıran çok sezgisel bir kavram olarak öğretilmesinin değerini vurgulamıştır.

Solomon (1982), aynılığa doğru ilerleme düşüncesinin çok küçük yaştaki öğrencilerde zaten var olduğunu göstermiştir.

Kesidou ve Duit (1993), düşük düzeydeki sınıflarda termodinamiğin ikinci yasasının temel görüşlerinin öğretilmesinin olası olduğunu söylemektedirler. Öğrencilerin genellikle enerjinin korunumunu reddettiklerini, çünkü değer kaybetmenin baskın olduğu günlük deneyimleriyle çelişiyor gözüktüğünü belirtmektedirler. Isının kendiliğinden sadece bir sıcaklık farkı olduğunda iletildiğini daha iyi anlamaları için, tersinmezlik görüşünün verilmesinin yararlı olabileceğini çünkü termik dengeden sonra sıcaklık farkının kendiliğinden oluşmayacağını, tersinmezlik görüşünün vurguladığını belirtmektedirler (Eğer sıcaklık farkı kendiliğinden meydana gelseydi, ısı ters yönde de iletilebilirdi). Ayrıca makalelerinde, öğrencilerde enerji kavramını geliştirmede enerjinin değer kaybetmesi yani kullanılabilirliğinin azalması görüşünün önemli bir işlevi olması gerektiğini tersi durumda enerjinin kullanılabilirliğinin azalmasının baskın etkisi olduğu günlük deneyimleri anlamalarının pek olası olmadığını belirtmektedirler.

Kesidou ve Duit (1993)'e göre, ısı, sıcaklık ve enerji için tamamen yeni bir öğretim yaklaşımı gereklidir. Bu yaklaşımda ikinci yasanın temel niteliksel düşünceleri öğretimin merkezi ve önemli bir kısmı olmalıdır.

Kesidou ve Duit (1993), toplumun yüksek eğitimli üyelerince bile ikinci yasanın görmezlikten geldiğini, birinci yasa kadar önemli olduğu halde ortaöğretim düzeyinde (12-16 yaş) bu yasanın temel görüşlerinin nadiren öğretildiğini söylemekte, termodinamiğin ikinci yasası ile ilgili kavram yanlışları ve kavramsal değişim hakkında fazla çalışma olmadığını belirtmektedirler. Ayrıca çalışmalarında, Almanya'da 10. sınıf öğrencilerine yanma motorlarının, hidroelektrik güç santrallerinin ve termal güç istasyonlarının verimi konularının öğretilmeye çalışıldığını belirtmektedirler.

Bindel (2004), entropi analizi ünitesinin nasıl verilmesi gerektiği konusunda lise öğretmenlerine önerilerde bulunduğu makalesinde, 15 yıldır lise kimya derslerinde (Pomona lisesi, Arvada, Colorado, USA) bu üniteyi öğrettiğini, bu ünitenin yıllardır lise öğrencilerine verildiğini, ünitenin entropi kavramı, termodinamiğin ikinci yasası ve bu kavramları geliştirmek için kullanılan kendiliğinden olma, evrenin ısıl ölümü, zamanın yönü, tepkime derecesi, termodinamik denge ve kendiliğinden gerçekleşmeyen tepkimeler gibi karmaşık düşünceleri içerdiğini belirtmektedir.

Ben-Zvi (1999), entropi ve serbest enerji gibi karmaşık ve soyut bilimsel kavramların, ortaokul öğrencilerine uygun şekilde sunulduğunda anlaşılabilirliğini belirtmektedir.

Sözbilir'in (2001) aktardığına göre, Tomanek (1994)'in çalışması entropi kavramının lise düzeyindeki öğrencilere az ve öz olarak öğretilmesi durumunda, öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilebilir görüşler geliştirebildiklerini göstermiştir.

Değinilen çalışmalar, termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularının temel kavramlarının ortaöğretim düzeyinde de verilmesinin gerekli olduğunu savunmaktadırlar. Bu da, ilgili konuların önemini daha da vurgulamaktadır. Araştırmamızın problem durumunu net bir şekilde ortaya koyabilmek amacıyla, sonraki kesimde termodinamiğin ve ikinci yasa ile entropi konularının öğretiminde karşılaşılan güçlüklerle değinilecektir. Ayrıca ikinci yasa ve entropi konularına ilişkin

yapılan çalışmalarda, öğrencilerin öğrenmesini geliştirmeye yönelik yeterli çalışma olmadığından söz edilecektir.

1.1.5. Termodinamik Öğretiminde Karşılaşılan Güçlükler

Ishida ve Chuang (1997), ne yazık ki termodinamik öğrenen hemen herkesin, termodinamiğin en zor ders olduğu düşüncesine sahip olduğunu ve bu nedenle, termodinamiğin asla anlaşılamayacağıyla ilgili kurulmuş olan bu düşüncenin üstesinden gelebilecek yeni bir yöntem geliştirmeye gereksinim olduğunu belirtmektedir.

Çoğu öğrenci için termodinamik çalışmak sorun oluşturur; hemen hemen bütünüyle hesaplamaları yapmak ve sınavları geçmek için ezberle öğrenilmek zorunda olan ve anlaşılmayan denklemlerden oluşuyor olarak görülür. Genellikle termodinamik kavramlarının soyut olduğu kabul edilir. Termodinamik kavramlarının soyut yapısı, yeni anlamlar oluştururken öğrencilerin bilişsel süreçlerini zorlaştırır (Carson ve Watson, 2002).

Williams ve Glasser (1991a), geleneksel olarak termodinamik öğrencilerinin konuyu anlamada güçlük yaşadıklarını, Azevedo e Silva (1991) da termodinamikteki bazı kavramların basit görünmelerine karşın öğrenciler tarafından genellikle kavranmadığının bilinen bir gerçek olduğunu belirtmektedirler.

Thomas ve Schwenz (1998), çoğu durumda öğrencilerin temel kavramları anlamalarının sınırlı, çarpık, yanlış veya tamamıyla kayıp olduğunu söylemektedirler.

Patron (1997), öğrencilerin termodinamiği soyut bir bilim olarak tanımladığını, matematiksel denklemleri ve türevleri termodinamiğin temel bir ögesi olarak gördüklerini belirtmektedir. Patron (1997)'a göre, termodinamik öğretimi geliştirilmeye ihtiyaç duymaktadır. Eğitimciler, termodinamiğin çoğu güçlüğünün,

genellikle gereksiz şekilde karmaşık olan yetersiz tanıtımından kaynaklandığını onaylamıştır.

Sichau (2000), termodinamiğin öğrencilerin çoğu için popüler olmadığını ve çoğu öğrencinin termodinamikten özellikle de matematiksel kısmından nefret ettiğini, termodinamiğin bütün pratik uygulamalardan çok uzak gözükmesi nedeniyle, çok soyut ve teorik olduğunu söylemektedir. Bunun bir nedeninin; profesyonel fizikçilerin, uygulama alanının genişliği, sadece üç temel ilke kullanılarak karmaşık problemleri çözmeyi olanaklı kılması, fiziğin tümüne önemli etkileri nedeniyle termodinamiğe hayranlık eğilimi göstermeleri ve termodinamik öğretirken, bütün yaklaşımlarını belirleyen bu yönler olması, bu bakış açısının sadece uzun süreli çalışma ve öğretim ile oluşabileceğini unutmaları olduğunu belirtmektedir.

Termodinamiğin ikinci yasası hemen hemen daima termodinamik öğrencilerinin kalbini korkuyla çarptırır. Entropi kavramının tanıtımı genellikle sadece bu korkularını artırır. Termodinamik dersini geçen ve sonunda mezun olan öğrenciler bile sık sık ikinci yasayı ve entropiyi gerçekten anlamadıklarını hissederler ve genellikle bu konulara olan korkularını asla yenemeyeceklerini kabul ederler (Rosen, 2002).

Sözbilir (2003), alanyazın incelemesinin lise ve üniversite öğrencileri tarafından entropinin anlaşılmasının zor bulunduğunu gösterdiğini, çoğu durumda öğrencilerin anlamalarının sınırlı, çarpık ve yanlış olduğunu belirtmektedir.

Bucher (1993), termodinamik öğretimindeki güçlüklerin büyük ölçüde entropi kavramının soyut yapısından kaynaklandığını, kavramı daha somut yapabilmek için genellikle entropinin düzensizliğin bir ölçüsü olduğu görüşüne baş vurulduğunu, eğer koşullar istatistik mekaniksel bir tanımla dikkatli bir şekilde analiz edilmezse de, bu görüşün çok anlaşılmaz olduğunu ve yanıltıcı olabileceğini ileri sürmektedir.

Johnstone, MacDonald ve Webb (1977), entropinin öğrenciler tarafından anlaşılmadığını söylemektedir.

Isı, ısı iletimi, sıcaklık ve hal değişimleri gibi daha temel termodinamik kavramları üzerine alanyazında çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Başer 1996; Carlton 2000a ve 2000b; Chang 1999; Erickson 1979 ve 1980; Greenbowe ve Meltzer 2003; Kalem 2002; Kalem, Tanel ve Çallıca 2002; Laburu ve Niaz 2002; Lewis, Stern ve Linn 1993; Linn ve Songer 1991; Lubben, Netshisaulu ve Campbell 1999; McDermott ve Redish 1999; Tsai 1999; Varma 2003; Wisser ve Amin 2001). Yapılan çalışmaların çoğu, lisans öncesi öğrencileri üzerinedir. Isı, iş ve termodinamiğin birinci yasası üzerine yapılan çalışmalar da bulunmaktadır (Cotignola, Bordogna, Punte ve Cappannini 2002; Holman ve Pilling 2004; Loverude 1999; Loverude, Kautz ve Heron 2002; Meltzer 2004).

Meltzer (2004), üniversite düzeyinde bulunan öğrencilerin termodinamik öğrenimi hakkında çok az çalışma bulunduğunu, ilkokul ve ortaokul düzeylerinde ısı, ısı iletimi, sıcaklık ve faz değişimleri gibi termodinamiğin en temel kavramlarının öğrenci öğrenimi üzerine yüzlerce çalışma olmasına karşın, entropi ve termodinamiğin ikinci yasası kavramlarını üniversite öğrencilerinin anlamalarını incelemeye yönelik rapor edilmiş az araştırma olduğunu belirtmektedir. Entropi ve ikinci yasa kavramlarını üniversite öğrencilerinin anlamalarını incelemeye yönelik rapor edilmiş araştırmaların çoğunun üniversite kimya derslerinde öğrencilerin termodinamik kavramlarını anlamasını incelediği ve bir kısmının da kimya içeriğine yönelik bazı özel konulara ek olarak birinci ve ikinci yasa kavramlarına da değindiği Meltzer (2004) tarafından bildirilmektedir.

Üniversite öğrencileri üzerinde termodinamik kavramlara ilişkin çok az çalışma yapıldığı Patron (1997) tarafından da belirtilmiştir.

Sözbilir (2001), öğrencilerin entropi kavramını anlamalarıyla ilgili çalışmaların sınırlı olduğunu, kuramsal yönleri ve öğrencilerin anlamalarını yansıtan bazı çalışmalar olmasına karşın, sistematik olarak yaygın araştırma olmadığını

belirtmektedir. Öğrencilerin entropi ile ilgili güçlüklerinin, diğer termodinamik kavramlar için olduğundan daha fazla çalışma gerektirdiğini, lise ve üniversite öğrencilerinin, entropi değişimi ve sıcaklık arasındaki ilişki, entropi ve kendiliğinden olma, katı ve sıvı maddelerdeki entropi değişimlerini anlamalarının sonraki araştırmalara yararlı olabileceğini söylemektedir.

Carson ve Watson (2002), üniversite ve lise düzeyinde entropi kavramıyla ilgili az sayıda çalışma olduğunu belirtmektedir.

Kesidou ve Duit (1993), termodinamiğin ikinci yasası ile ilgili kavram yanlışları ve kavramsal değişim hakkında fazla çalışma olmadığını belirtmektedirler.

Yakın zamanda yaptığı çalışmasında Cochran (2005), termodinamiğin ikinci yasasının nasıl öğretilmesi gerektiğini ya da entropi kavramının nasıl verilmesi gerektiğini öneren yayınlanmış çok makale olmasına karşın, bu konularda öğrenci anlaması üzerine yayınlanmış araştırmanın olmadığını söylemektedir.

Yapılan alanyazın incelemesi sonucunda, termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularının öğretilmesine yönelik önerilerde bulunan bol miktarda çalışma bulunduğu görülmüştür (İlgili çalışmalar Bölüm 2’de verilmektedir). Bölüm 2’de ayrıntıları verildiği üzere, ikinci yasa ve entropi konularında öğrenci görüşlerini ve kavram yanlışlarını inceleyen yeterince çalışma bulunmaktadır.

Termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularında öğrencilerin öğrenmesini geliştirmeye yönelik çok az sayıda çalışma vardır (Bakınız Bölüm 2). Cullen (1983) çalışmasında, üniversite kimya öğrencileri üzerinde geliştirmiş olduğu öğretimsel materyalin etkililiğini incelemiştir. Patron (1997)’un aktardığına göre, Ben-Zvi, Silverstein ve Mamlock (1993) çalışmalarında lise öğrencileri üzerinde geliştirdikleri modeli denemişlerdir. Ben-Zvi, 1999 yılında yaptığı çalışmasında geliştirmiş olduğu ders planını lise öğrencileri üzerinde denemiştir. Sözbilir (2001)’in aktardığına göre, Tomanek (1994)’in çalışması da lise öğrencileri üzerinde

bir ders planının denenmesi şeklindedir. Cochran (2005) ise daha çok öğrenci yanılgılarını incelediği doktora tez çalışmasında geliştirmiş olduğu ders planlarının etkililiğini de araştırmıştır. Cochran ve Heron tarafından 2006 yılında yapılan çalışma ise Cochran'ın (2005) çalışmasının bir kısmını sunmaktadır.

Alanyazın incelemesi sonucu, ikinci yasa ve entropi konularında üniversite öğrencilerinin öğrenmesini geliştirmeye yönelik rapor edilmiş çok az çalışma olduğu görülmüş ve bu konuda çalışılmasına gereksinim olduğuna karar verilmiştir.

Sonraki kesimde, bu araştırmanın eğitim fakültesi öğrencileri üzerinde gerçekleştirilme gerekçesinin açıklanabilmesi amacıyla, öğretmen eğitiminin önemi vurgulanacaktır.

1.1.6. Öğretmen Eğitiminin Önemi

Pinto, Couso ve Gutierrez (2005), öğretmenlerin sınıfta yaptıkları açıklamalarında alternatif kavramlar kullandıklarında, öğrencilerin bilimsel anlayışlarına müdahale etmekte ve yeni görüşleri anlamalarını zorlaştırmakta olduklarının çalışmalarla ortaya konulmuş olduğunu belirtmektedirler.

Öğretmenlerde bulunan yanılgıların öğrencilerin öğrenmesini zorlaştırması nedeniyle, bilimsel dille, günlük dili henüz ayırt edemeyen öğrencilere sunulan öğretmen açıklamaları çok önemlidir. Bu nedenle geleceğin fizik öğretmenleri olacak olan eğitim fakültesi öğrencilerinin ilgili konuları en iyi şekilde öğrenmesine yönelik çalışmaların yapılması çok önemli ve gereklidir.

Trumper, Raviolo ve Shnersch (2000), öğretmenlerin eğitimdeki önemini vurgulayarak, öğretmen adaylarının anlamalarını geliştirmek için sadece fenle ilgili düşüncelerini ortaya çıkarmayan, etkili, işbirlikli öğrenmenin özendirilmesine gerek olduğunu belirtmektedir.

1.1.7. Geleneksel Öğretimin Yetersizliği

Cochran (2005), fizik eğitimi araştırmalarından, öğrencilerin edilgin olduğu öğretimin, kavramsal ve akıl yürütme güçlüklerinin üstesinden gelmede başarısız olduğu genel sonucunun çıktığını belirtmektedir. Çalışmaların; bazı niteliksel sorulardaki başarının öğrencilerin düz anlatım öğretimi alıp almamalarına, yazılı ödevleri tamamlayıp tamamlamamalarına veya geleneksel 3 saatlik laboratuvarları tamamlayıp tamamlamamalarından bağımsız olduğunu gösterdiğini; öğrencileri etkin tutan ve önemli fizik kavramları oluşturmak için gerek duydukları akıl yürütme yoluyla onlara rehberlik eden öğretimin ise öğrenci anlamasını etkili bir şekilde geliştirdiğini gösterdiğini belirtmektedir. Patron (1997) da çalışmasının geleneksel öğretim yaklaşımının çoğu öğrenci için iyi olmadığını gösterdiğini vurgulamaktadır. Benzer şekilde Meltzer (2004), eğer öğrencilerin termodinamik kavramlara hakim olma düzeyi giriş derslerinde önemli derecede geliştirilecekse, öğretimde önemli değişiklikler gerekeceğine karar verdiklerini söylemektedir. Carson ve Watson (2002) çalışmalarında ortaya çıkan sonuçların, öğrencilerin öğrenme gereksinimleri ile aldıkları termodinamik dersi yaklaşımı arasında bir uyumsuzluk olduğunu ortaya çıkarttığını vurgulamaktadırlar. Termodinamik tanımların sadece matematiksel ilişkiler bakımından ortaya koyulmasıyla, öğrencilerin hesaplama yapmaya yoğunlaşp tanımların gerçek anlamlarını göz ardı etmelerine izin verildiğini, entropi gibi termodinamik kavramların matematiksel bağıntılarının verilmesinden önce niteliksel olarak tanımlanmasının gerekli olduğunu belirtmektedirler.

Yılmaz (2001)'in aktardığına göre; Lazarowitz (1995), öğretmenin anlatımına dayalı anlatım yöntemini, sadece çalışkan öğrencilerin yararlanabildiği, bireysel çalışma ve yarışma yoluyla öğrenmeyi özendirmediği, sınıftaki öğrencilerin tamamının akademik ve sosyal gelişimine yeterince katkıda bulunmadığı gerekçesiyle eleştirmekte, öğretmenlerin bunun dışında başka yöntemleri kullanmalarını önermektedir. Lazarowitz'e göre anlatım yöntemi öğrencilerin, düşüncelerini açıklamalarına, tartışmalarına ve anlayamadıklarını sormalarına yeterince uygun olmadığından, özellikle anlama güçlüğü olan öğrenciler için birçok olumsuzluklara sahiptir.

Yine Yılmaz (2001)'in aktardığına göre; Slavin (1990), doyurucu eğitim ortamının, öğrencilerin zihinsel olarak etkin katılım sağladıkları, bilgiyi zihin süzgecinden geçirerek içselleştirdikleri, düşünceleri birleştirebildikleri ve düşünceleri sınavabildikleri ortamlar olması gerektiğini vurgulamaktadır. Harste ve Short (1988) ise, öğrencilerin bireysel düşüncelerini özgürce açıklayabildikleri, tartışabildikleri ve birbirlerini önemseyerek dinleyebildikleri ortamların öğrenme-öğretme etkinliklerini daha etkili, verimli ve süratli kıldığını belirtmişlerdir.

Eğitim-öğretim ortamlarının verimli hale getirilmesi öncelikle, bireylerin zihinsel gelişmelerini sağlayacak yeni yöntem ve tekniklerin oluşturulmasına bağlıdır. Öğrencilerin zihinsel gelişimi için onlara, öğrenmeyi kolaylaştıran ve kalıcılığı artıran araştırma yol ve yöntemleri ile sorumluluk duygusunu geliştiren temel becerilerin kazandırılması gerekmektedir. Böylece, bilimsel süreç becerileri geliştirilebilen bireyler yetiştirilebilir. Bireyin kalıcı öğrenmesi, okulda dış dünyaya benzer ortamlar ve gerçek yaşam kesitlerinin kendilerine sunulmasıyla olanaklıdır. Bunun sağlanabilmesi için öğrencilerin öğrendikleri bilgileri soruşturabildikleri ve deneyebildikleri etkili öğrenme yöntemleri kullanılmalıdır (Ayas, Çepni ve Akdeniz, 1994'den aktaran Yiğit, Akdeniz ve Kurt, 2001). Bu yöntemlerin kullanılması, uygulamaların iyi tasarlanmış ortamlarda yürütülmesiyle gerçekleşebilir (Yiğit, Akdeniz ve Kurt, 2001).

Sadler (2002)'in aktardığına göre; Johnson, Johnson, Scott ve Ramolae (1985) bir yandan laboratuvar dersi için gruplamanın yaygın olmasından ve diğer yandan gerçek uygulamalarda fen biliminin diğerleriyle birlikte çalışmayı gerektirmesinden dolayı, işbirlikli öğrenmenin fen öğretiminde kullanımının özellikle önemli olabileceğini belirtmektedirler.

Çoğu araştırmacı üniversite fizik öğrencilerinin çeşitli konuları anlamaları üzerine çalışmış ve sayısal problem çözmeyi başarıyla öğrenseler bile klasik öğretimin öğrencilerin fiziğin temel kavramlarını anlamasını çok az geliştirdiğini ortaya çıkarmıştır. Aynı zamanda yüksek eğitimde öğrenme üzerine çalışan yazarlar

öğrencilerin konuyla etkin olarak meşgul olduklarında karışık zihinsel yeteneklerini daha verimli bir şekilde geliştirdiklerini ortaya koymuştur (Crouch ve Mazur, 2001).

Etkili öğrenme, öğrencilerin bir şeyler yaptıkları ve ne yaptıkları hakkında düşündükleri öğretimsel etkinliklerin kullanıldığı bir öğretim yöntemidir. Etkili öğrenmenin özel uygulaması çoğunlukla materyalin içeriğine bağlı olmasına karşın etkili öğrenme stratejilerinin çeşitli tipleri vardır. İşbirlikli öğrenme olarak anılan öğrenci etkileşiminin arttırıldığı etkili öğrenme taktiği fizik eğitiminin şu anki yapısına kolaylıkla dahil edilebilir (Samiullah, 1995).

Deneyimler göstermektedir ki, iyi bir sunumla yapılan fizik dersi bile temel kavramların anlaşılmasına yönelik bir garanti verememektedir. Bunun yanında test kitaplarındaki problemler de kavramların anlaşılmasındaki yeterliliği sağlayamamaktadır. Bu alanda başarılı ve etkili yöntemler öğrenciyi etkin olarak düşünmeye iten yöntemlerdir ve işbirlikli öğrenme yaklaşımı buna örnek olarak verilebilir (Mills, McKittrick, Mulhall ve Feteris, 1999).

Fizik kavramlarının öğreniminin nasıl artırılacağı tartışmalarında, çoğu araştırmacı öğrencilerin sosyal etkileşimde bulunmalarını savunmaktadır (Boxtel, Linden ve Kanselaar, 2000). Araştırmalar, geleneksel yöntemlerle yapılan derslerde öğrencilerin derse olan ilgi ve katılımlarının onbeş dakika gibi kısa bir süre için sağlanabildiğini ortaya koymaktadır (Yu ve Stokes, 1998).

Yukarıda değinilen çalışmaların da vurguladığı gibi, geleneksel öğretim bir çok yönden yetersiz bulunmaktadır ve güçlüklerin üstesinden gelinmesi için öğrencinin etkin olacağı yöntemlerin kullanılması önerilmektedir. Bundan sonraki bölümde etkili öğrenme yöntemlerinden olan işbirlikli öğrenme yöntemi tanıtılacak ve öğretimdeki etkililiğinden söz edilecektir.

1.1.8. İşbirlikli Öğrenme Nedir?

İşbirlikli öğrenme, öğrencilerin ortak bir amaç doğrultusunda küçük gruplar halinde, birbirlerinin öğrenmesine yardım ederek çalışmalarınıdır (Açıkgöz, 1992, 1993 ve 2002). Bir grup çalışmasının işbirlikli öğrenme olabilmesi için gruptaki öğrencilerden beklenen, hem kendilerinin hem de diğerlerinin öğrenmesini en üst düzeye çıkarmaya çalışmalarıdır (Açıkgöz, 1992).

Gömlüksiz (1995)'in aktardığına göre; Johnson ve Johnson (1988), işbirlikli öğrenmeyi, öğrencilerin sınıf ortamında, küçük karma (heterojen) gruplar oluşturarak ortak bir amaç doğrultusunda, akademik bir konuda birbirlerinin öğrenmelerine yardımcı oldukları, grup başarısının değişik yollarla ödüllendirildiği bir öğretim yaklaşımı olarak tanımlamışlardır.

Slavin (1980)'in yaptığı tanımlamaya göre; işbirlikli öğrenme, öğrencilerin küçük gruplarda öğrenme etkinlikleri üzerinde çalıştığı ve grubun başarımına bağlı olarak ödül ya da onay aldığı bir tekniktir.

Her öğrenci kendi öğrenme amacına, ancak diğer grup üyeleri de kendi öğrenme amaçlarına ulaştığında ulaşır. Öğrenciler, her grup üyesinin önceden belirlenmiş ölçüte ulaşmasını sağlamak için küçük gruplarda bir arada çalışırlar. Her grup çalışması, işbirlikli değildir. Öğrencilere grup yapmalarını ve bir arada çalışmalarını basitçe söylemek işbirlikli çabalarla sonuçlanmaz. Grup çalışmalarında yanlış gidilebilecek bir sürü yol vardır. Öğrencileri bir arada oturtmak diğer gruplarla yarışmayla ya da bireysel çabalarla sonuçlanabilir (Johnson, Johnson ve Smith, 1998).

1.1.8.1. İşbirlikli Öğrenmenin Kuramsal Temelleri

İşbirlikli öğrenme, bir etkili öğrenme yöntemidir. Etkili öğrenmenin kuramsal temelleri de yapılandırmacılığa ve onun öğrenme alanındaki biçimi olan bilişselcilığe dayanmaktadır (Açıkgöz, 2002).

Johnson, Johnson ve Smith (1998), üniversite sınıflarında işbirlikli öğrenmenin kullanımının; sosyal bağımlılığın yaratılması, bilişsel gelişim ve davranışçı öğrenme kuramları olmak üzere üç kökünün olduğunu söylemektedirler. Sosyal bağımlılık kuramı, işbirliğinin bireylerin amaçlara olumlu bağımlılığından kaynaklandığını ele alır. Olumlu bağımlılık, bireyleri cesaretlenmeye ve diğerlerini öğrenmeye yönelten destekleyici etkileşimlerle sonuçlanır. Bilişsel öğrenme kuramı işbirliğini, bilişsel gelişim için temel bir ön gereksinim olarak ele alır. Hem Piaget hem de Vygotsky'e göre; daha yetenekli akranlar ve eğitimcilerle birlikte işbirlikli çalışılması, bilişsel gelişim ve entellektüel gelişimle sonuçlanır. Davranışçı öğrenme kuramı; öğrencilerin, ödül elde etmek için görev üzerinde sıkı çalışacağını ve ödül verilmeyen veya cezayla sonuçlanan görevler üzerinde çalışırken başarısız olacaklarını varsayar.

İşbirliği içinde öğrenmenin kuramsal destekleri Piaget ve Vygotsky' in öğrenme görüşlerine dayanır (Tao, 2004). Vygotsky (1942) "Öğrenme yalnızca kendi akranları ile işbirliği ve çevresindeki insanlarla etkileşim olduğunda ortaya çıkan bir süreçtir ve gelişim süreçleri boyunca öğrenmeyi tetiklemekte ve uyanık tutmakta işlev görmektedir." demektedir. Çocuk, sosyal çevreden soyutlanarak ya da yalnız başına kalarak gelişmemektedir. Bu bağlamda öğretmenler, çocukların bağımsız hareket etmelerine olanak verecek yetişkinler ve akranlardan oluşan sosyal ortamı sağlamaktan sorumludurlar (Çeçen, 2000). Inhelder ve Piaget (1964)'ye göre insanlar çevreleriyle etkileşimde bulunarak, bu etkileşimden o anki ilgilerine göre anlamlar çıkarıp şemalar oluşturarak ve bilgiyi işleyerek öğrenirler (Açıkgöz, 2002). Çeçen'in (2000) aktardığına göre; Vygotsky, sosyal çevrenin öğrenme üzerindeki etkisinin çok büyük olduğunu vurgulamaktadır ve bu nedenle Çeçen'e (2000) göre; eğitimciler çocuğun arkadaşlarıyla ve öğretmenleriyle işbirliğini özendirici ve cesaretlendirici olmalıdırlar; çünkü bu ortamlar yalnızca bilişsel gelişim için değil, diğer tüm gelişim yüzlerinin gelişiminde (örneğin; duygusal, sosyal) oldukça anahtar konumdadır.

Atasoy ve Akdeniz (2006)'e göre; yapılandırmacı öğrenme kuramı, bilginin öğrencinin zihninde çevresiyle etkileşimi sonucu kendi çabasıyla yapılandığını kabul eder. Araştırmacılar, Charles (2000)'in öğrenci merkezli öğrenmenin temelini bilginin

bireye doğrudan kazandırılmayacağı gerçeğinin oluşturduğunu, bireyin bilgiyi kendi çabalarıyla keşfetmesi ve yapısallaştırması gerektiği ve en iyi öğrenmenin, bireyin somut nesnelere ve diğer arkadaşlarıyla olan ilişkileriyle gerçekleştiğini vurguladığını belirtilmektedirler. Araştırmacılar, Kurt (2002)'un yapılandırmacı öğrenme kuramının sınıflarda uygulanması sürecinde öğrencilerin fen kavramları üzerinde derinlemesine çalışmalarına fırsatlar verdiğini ve bilgilerini bireysel veya grupla işbirliği yaparak etkili bir şekilde kurmalarını özendirildiğini belirttiğini aktarmaktadırlar.

1.1.8.2. İşbirlikli Öğrenme İçin Gerekli Koşullar

Bir grup çalışmasının işbirlikli öğrenme olabilmesi için sağlanması gereken koşullar şunlardır:

Johnson, Johnson ve Smith (1998), işbirlikli öğrenme için gerekli beş temel bileşenin olumlu bağımlılık, bireysel değerlendirilebilirlik, destekleyici (ya da yüz yüze) etkileşim, sosyal beceriler ve grup sürecinin değerlendirilmesi olduğunu belirtmektedir. Meyers ve Jones (1993: 75-77) da çalışmalarında aynı beş temel öğeye yer vermişlerdir.

Açıkgöz (1992, 2002) çalışmalarında, işbirliği için sağlanması gereken ve yukarıda sözü edilen beş koşula ek olarak eşit başarı fırsatı ve grup ödülü/ortak ürün koşullarını da eklemektedir.

Bu koşullar açıklanacak olursa (Yılmaz 2001; Açıkgöz 1992, 1998, 2002; Johnson, Johnson ve Smith 2006; Sucuoğlu 2003);

1. Olumlu Bağımlılık: İşbirliğine dayalı öğrenmenin özünü oluşturan bu ilk öğesi, grup üyelerinin her birinin, gruptaki öteki üyelerin de öğrenmesinden sorumlu oldukları bilincine sahip oluşunu anlatır. Grup üyelerinin grubun işini tamamlamak için birbirlerine gereksinimleri olduğunu kavramalarıdır. Gruptaki her öğrenci kendi çabasının gruptaki herkese ve gruptaki diğer bireylerin çabalarının da kendisine

yararlı olduğunun bilincindedir. Grubun başarısı, grup üyelerinin her birinin öğrenme amaçlarını gerçekleştirmesine bağlıdır. Grup üyeleri, eğer üyelerden birisi bile başarısız olursa, tüm grubun başarısız sayılacağı bilincindedirler. Böyle bir olumlu dayanışmanın grup üyelerinin tamamını, yapabileceklerinin en iyisini yapmaya en üst düzeyde güdüleyeceği açıktır. Öğretmen, ortak hedefleri, ortak ödülleri, paylaşılan kaynakları ve atanan görevleri düzenlemek yoluyla olumlu bağımlılık oluşturur.

2. Bireysel Değerlendirilebilirlik: Her bir üyenin katkısının nitel ve nicel olarak değerlendirilmesi ve sonuçların gruba ve bireylere yansıtılmasıdır. İşbirliğine dayalı öğrenme gruplarının en önemli amacı, her üyesinin bilgi, beceri ve davranış yönünden güçlü bireyler olmasını ve gizil gücü ölçüsünde grubun amaçlarının gerçekleşmesine katkıda bulunmasını sağlamaktır. Bu amacın gerçekleşebilmesi için grup üyelerinin her biri, kendisine düşen görevi en iyi şekilde yerine getirmek sorumluluğu ile yükümlüdür. Her üye, hiçbir şey yapmaksızın gruptaki diğerlerinin başarısına ortak olamayacağı bilincinde olmalıdır. Öğretmen, bireysel sorumluluğu kazandırmak için üyelerin her birinin başarımını ayrı ayrı değerlendirip sonucu birey ve tüm grupla paylaşmalıdır. Öğretmen ayrıca, grupları çalışma halindeyken gözlemleyip her üyenin katkılarını kaydederek, tesadüfi olarak seçtiği üyelere sorular sorarak, grubunun ya da kendisinin çalışmasını özetlemesini ve öğrendiklerini tüm sınıfla paylaşmasını isteyerek öğrencilerin bireysel sorumluluklarının gelişmesine katkıda bulunmalıdır.

3. Yüz Yüze Etkileşim: Bu öge, öğrenmenin daha etkili ve verimli şekilde gerçekleşmesi için grup üyelerinin birbirini cesaretlendirmesi, desteklemesi ve yardım etmesini anlatır. Grup üyeleri karşılaştıkları problemleri nasıl çözdüklerini birbirine açıklamalı, edindikleri görüşleri grup arkadaşlarıyla tartışmalı ve bu konularda birbirlerini cesaretlendirmeli, desteklemeli ve yardım etmelidirler. Böylece üyeler, birbirinin başarılarının yükselmesine katkıda bulunmuş olurlar. Grup üyeleri arasında yüz yüze etkileşimin artması, üyelerin birbirine karşı sorumluluk duygusunun, akıl yürütme ve sonuç çıkarma yetilerinin gelişmesini ve sosyal

dayanışmanın artmasını beraberinde getirir. Yüz yüze etkileşim aracılığıyla sözel olmayan iletişimin yararları da öğrenme ortamına taşınmış olur.

4. Sosyal Beceriler: İşbirliğine dayalı öğrenme çabalarının etkili ve verimli olması, kişiler arası iletişim becerilerinin yanında diğer sosyal becerilerin de kullanılmasını gerektirir. Eğer grup üyeleri birbirini yeterince tanımıyor, birbirine güvenmiyor, birbiriyle etkili iletişim kuramıyor ve birbirine yeterince destek olamıyorsa işbirliğine dayalı öğrenme çabalarından alınacak verim düşer. Bu nedenle öğretmen, sadece ders konularının öğrenilmesinden değil liderlik, başkalarına güven, empatik yaklaşım, uzlaşma ve etkili iletişim becerilerini kazandırmakla da kendisini sorumlu hissetmelidir.

5. Grup Sürecinin Değerlendirilmesi: Grup üyelerinin kendilerinin, bireysel ve grup amaçlarını ne düzeyde gerçekleştirip gerçekleştiremediklerini değerlendirmeleri ve birlikte çalışma becerilerinin geliştirilerek sürdürülmesi anlamındadır. Grup, üyeleri hangi etkinliğin yararlı ve hangilerinin yararsız olduğuna, hangi etkinliklere devam edilmesi, hangilerinin değiştirilmesi gerektiğine tartışarak karar vermelidir. Eğer grup çalışmasının istenilen verimi sağlaması isteniyorsa -ki asıl amaç bu olmalıdır- grubun birlikte çalışma becerisinin ve verimliliğinin nasıl artırılacağına değerlendirilmesine de zaman ayrılmalıdır. Böyle bir değerlendirme grup üyelerinin öğrenme etkinliğinden en çok verimi elde etmelerini sağlayacağı gibi, grup bilincini ve birlikte çalışma alışkanlığını da kazandırır.

6. Grup Ödülü/Ortak Ürün: Gerçek işbirliği ortamlarında grup üyelerinin başarılı olabilmesi için önce grubun başarılı olması gerektiğine inanmalarıdır. Yani işbirlikli öğrenme grubundaki bir üye ancak grup başarılı olunca başarılı olabilir. Bu koşulun, işbirlikli ödül yapısı ve işbirlikli iş yapısı ile elde edilebileceği savunulmaktadır. İşbirlikli ödül yapısı, grup üyelerinin grup amaçları doğrultusunda grup ürünü ortaya koymalarını ve grup halinde ödüllendirilmelerini gerektirir. İşbirlikli iş yapısı ise grup üyelerinin bir işi bitirmek amacıyla çabalarının birleştirilmesinin özendirildiği ya da gerekli bulunduğu durumlardır.

7. Eşit Başarı Fırsatı: Öğrencilerin başarı durumuna bakılmaksızın eşit derecede çaba göstermeleri ve her öğrencinin katkısının değerlendirilmesi demektir. İşbirlikli öğrenme gruplarında her üye gruptaki diğer üyeler başarmadan başaramayacağını bilir, bu nedenle diğer arkadaşlarının öğrenmesine yardımcı olur. Sonunda elde edilen başarı tek tek bireylerin katkısıyla elde edilmiş grup başarısıdır.

1.1.8.3. İşbirlikli Öğrenmede Öğretmenin ve Öğrencinin İşlevleri

İşbirlikli öğrenme yöntemini uygulayan öğretmen, öğrenme çevresini düzenleyen, öğrencilerin öğrenmesinden sorumlu olan kişidir (Açıkgöz, 1992).

Johnson, Johnson ve Smith (2006), işbirlikli öğrenmede öğretmenin görevlerini şu başlıklar altında toplamıştır:

1. Ön öğretimsel kararları verme: Akademik ve sosyal beceri hedeflerini belirtme, grup büyüklüğüne karar verme, öğrencileri gruplara atama, görevleri belirleme, sınıfı düzenleme ve materyalleri planlama,

2. İşi ve işbirlikli yapıyı açıklama: Akademik işi açıklama, başarı için gerekli ölçütleri açıklama, olumlu bağımlılık oluşturma, gruplar arası işbirliği oluşturma, bireysel değerlendirilebilirliği planlama, beklenen davranışları açıkça belirtme, denetleme ve müdahale etme, yüz yüze etkileşimi düzenleme, öğrenci davranışlarını izleme, grup işini ve takım çalışmasını ilerletmek için müdahale etme,

3. Değerlendirme ve ilerleme: Öğrenci öğrenmelerini değerlendirme, grup sürecini değerlendirme.

Öğretmenin yapması gereken, çalışmakta olan gruplar arasında dolaşarak öğrencilerin verilen işi işbirliği içinde yapıp yapmadıklarını izlemek, durgun olan gruplara katılarak, sorular sorarak onları hareketlendirmek, izledikleri hakkında tek tek öğrencilere ve gruplara dönüt vermek, öğrencilerin takıldıkları noktalarda bilgi vererek, soru sorarak yardımcı olmak, işlerin yürümediğini fark ettiği an oraya

giderek işlerin yürümesini sağlamak, öğrenciler arasında kaçınılmaz olarak ortaya çıkan çatışmaların barış içinde çözümünde yardımcı olmaktır. İşbirlikli öğrenme uygulayan öğretmen destekleyici, yönlendirici, bir kaynak kişi konumundadır (Açıkgöz, 1992).

Towns ve Grant (1997), işbirlikli öğrenmenin etkili bir şekilde uygulanmasının, öğretim amaçlarının belirlenmesini, karma öğrenci gruplarının oluşturulmasını, grup amacına ulaşmada kullanılacak görev ve yöntemin açıklanmasını, grup sürecinin izlenmesini, gerekli olan durumda yardım sağlamak için araya girilmesini ve öğrencilerin başarılarının değerlendirilmesini içerdiğini belirtmektedirler.

İşbirlikli öğrenmede öğrenci, kendinin ve arkadaşlarının öğrenmesinin sorumluluğunu taşıyan, öğrenme etkinlikleri sırasında bazen öğrenci, bazen öğretici olan, araştıran, soru soran, yanıt veren, kararlar alan, konuşan, kısacası etkin bir öğrencidir. İşbirlikli öğrenmenin en güzel yanı, bu öğrenci davranışlarının birkaç öğrenciden değil bütün öğrencilerden beklenmesidir.

1.1.9. İşbirlikli Öğrenme Teknikleri ve Öğretimsel İşler

Birbirinden farklı bir çok işbirlikli öğrenme tekniği vardır. Bu farklılık olumlu bağımlılık, bireysel değerlendirilebilirlik gibi temel koşullarda değil, işin yapılandırılması, sınıfın düzenlenmesi gibi noktalardadır (Açıkgöz, 1992). Bu güne kadar geliştirilmiş olan işbirlikli öğrenme teknikleri şunlardır:

1. Birlikte Öğrenme
2. Akademik Çelişki
3. Öğrenci Takımları:
 - Öğrenci Takımları-Başarı Bölümleri
 - Takım-Oyun-Turnuva
 - Takım Destekli Bireyselleştirme
 - Birleştirilmiş İşbirlikli Okuma ve Kompozisyon

4. Grup Araştırması
5. İşbirliği-İşbirliği
6. Birleştirme
7. Buluş
8. Birleştirme II
9. Birlikte Soralım Birlikte Öğrenelim

Burada yalnızca, araştırmamızda kullanılan işbirlikli öğrenme tekniklerine ve öğretimsel işlere kısaca değinilecektir.

1.1.9.1. Birlikte Öğrenme

Johnson ve Johnson (1991) tarafından Minnesota Üniversitesi'nde geliştirilen bir tekniktir. Birlikte öğrenme yönteminde öğrenciler dört ya da beş kişilik karma gruplarda kendilerine verilen çalışma yaprakları üzerinde çalışırlar. Bütün öğrenciler görev yaprağını alır fakat grupta yalnız bir yaprak kullanılır. Grup üyeleri, grup ödevinin amaçları doğrultusunda ne yapacaklarını ve nasıl çalışacaklarını birlikte kararlaştırırlar. Sonuçta, ortak bir çalışma ödevi ortaya koyarlar. Öğrencilerden, öğretmenden yardım istemeden önce, grup içinde birbirlerine yardım etmeleri beklenir. Öğrenciler, grup içindeki başarılarına ve bireysel başarılarına göre ödüllendirilirler. Bu teknikte, ne gruplar, ne de bireyler birbirleriyle yarışır. Bu yöntemin ilk biçimiyle en önemli özellikleri, grup amacının olması, düşünce ve gereçlerin paylaşılması, iş bölümü ve grup ödülüdür (Gömleksiz, 1995; Açıkgöz, 1992, 2002; Sucuoğlu, 2003; Sadler, 2002).

Açıkgöz (1992, 2002), birlikte öğrenme tekniğinin son biçimi ile uygulanması sırasında yer alması gereken işlemleri şöyle açıklamaktadır:

1. Öğretimsel hedeflerin belirlenmesi: Bu hedefler, akademik ve işbirliği becerileri olmak üzere iki grupta toplanabilir.

2. Grup büyüklüğüne karar verilmesi: Grup büyüklüğü iki ile altı arasında değişebilir. Grubun büyüklüğünü zaman, araç-gereç sayısı gibi etkenler belirler.

3. Öğrencilerin gruplara ayrılması: Bu aşamada dikkat edilmesi gereken en önemli nokta yetenek, cinsiyet, sosyo-ekonomik özgeçmiş, çalışkanlık vb. özellikler açısından karma gruplar oluşturulmasıdır. Bu nedenle grupları öğrencilerin değil de öğretmenlerin oluşturması tavsiye edilebilir. Öğrencilerin hep aynı grupta çalışmaları yerine değişik gruplarda çalışmaları sağlanmalıdır.

4. Sınıfın düzenlenmesi: Kolay iletişim kurabilmeleri için öğrenciler birbirlerine olabildiğince yakın, gruplar ise olabildiğince uzak oturmalıdır. Bunun gerekçesi, grup üyelerinin diğer grupları rahatsız etmeden iletişim kurabilmeleridir.

5. Öğretim araç-gerecinin bağımlılık yaratacak biçimde planlanması: Bu işlem özellikle işbirlikli öğrenme uygulamalarına yeni başlayan ve gruba çalışma becerilerini kazanmamış öğrencilerin katılımını sağlamak için gereklidir. Bunu sağlamanın bir yolu, her gruba öğrenme araç-gerecinden bir kopya vererek öğrencileri o araç-gereci paylaşmak zorunda bırakmaktır. Bir başka yol ise, öğrencilerin her birine öğrenilecek bilginin yalnızca bir kısmını vermek böylece öğrencilerin birbirine öğretilmelerini sağlamaktır.

6. Bağımlılığı sağlamak için grup üyelerine görevler verilmesi: Bu amaçla öğrencilere özetleyici, denetleyici, bağ kurucu, kaydedici, özendirici, gözlemci gibi görevler verilebilir.

7. Akademik işin açıklanması: Öğrencilere ne yapmaları gerektiği ve o işi nasıl yapacakları açıklanmalıdır.

8. Olumlu amaç bağımlılığının yaratılması: Öğrencilerden grup ürünü istenilerek ya da grup ödülü verilerek sağlanabilir.

9. Bireysel değerlendirme: Bütün grup üyelerinin katkısını sağlamak için gereklidir. Sınavların bireysel olarak verilmesi ya rasgele seçilen öğrencilere grup çalışmasıyla ilgili sorular sorulması ve grup üyelerinin birbirinin çalışmasını düzeltmesi ya da grup notunun rasgele seçilen bir öğrencinin çalışmasına dayalı olarak verilmesi bu noktada yardımcı olabilir.

10. Gruplar arasında işbirliğinin sağlanması: Grup içinde işbirliğinin yararları bütün sınıfa yayılabilir. İş biten grup diğer gruplara yardımcı olabilir.

11. Başarı için gerekli ölçütlerin açıklanması: İşbirlikli öğrenme durumlarında ölçüt dayanaklı değerlendirme yapılmalıdır.

12. İstendik davranışların belirlenmesi: İşbirliği işe-vuruk olarak tanımlanmalıdır. Başlangıçta grupta kalma, sessiz konuşma gibi davranışlar, daha sonraki aşamalarda ise her üyenin yeni öğrenilenlerle önceki öğrenilenler arasında bağ kurması, öbür grup üyelerinin söylediklerini dikkatlice dinlemesi, insanları değil düşünceleri eleştirmesi gibi davranışlar vurgulanabilir.

13. Öğrenci davranışlarının yönlendirilmesi: Grupların çalışması sırasında öğretmen, öğrencilerin hangi noktalarda hangi sorunlarla karşılaştıklarını belirlemek için grupları gözler. Bu gözlem öğrencilerin gösterdiği istendik ve istenmedik davranışları belirlemek amacıyla da yapılır.

14. Grup çalışmasına yardımcı olunması: Gruplar çalışırken öğretmen soruları yanıtlayarak, açıklamalar yaparak, tartışarak öğrencilere, verilen işi bitirmelerinde yardımcı olur.

15. İşbirliği becerilerinin öğretilmesi için araya girilmesi: Grup çalışması sırasında öğretmenin, birlikte çalışmakta güçlük çeken öğrencilerin işbirliği yapmalarını sağlayacak öneriler getirmesi ve bu becerileri gösteren öğrencileri pekiştirmesi yararlı olacaktır. Gerekli olmadıkça araya girmek yarardan çok zarar getirebilir, çünkü işbirliği grupları biraz uğraştıktan sonra sorunların üstesinden

gelebilir. Öğretmen ne zaman ve nasıl araya gireceğine duruma göre karar vermelidir.

16. Dersin sona erdirilmesi: Dersin sonunda öğrenciler o derste öğrendiklerini özetleyebilmeli ve bunları ileride nerede kullanacaklarını anlayabilmelidir.

17. Öğrenci öğrenmesinin nitel ve nicel olarak değerlendirilmesi: Herhangi bir işbirlikli öğrenme durumu sonunda ortaya çıkan ürün ya bir grup raporu, ya grupça hazırlanmış bir dizi yanıt, ya da öğrencilerin bireysel sınav puanları gibi bir ölçüm olacaktır.

18. Grubun ne kadar iyi çalıştığının değerlendirilmesi: Zaman sınırlı da olsa işbirlikli öğrenme uygulamasından sonra grupta nelerin iyi yapıp yapılmadığının değerlendirilmesi gerekir.

19. Akademik çelişkilerin oluşturulması: İşbirlikli öğrenme gruplarında çalışan öğrencilerin katılımlarını ve güdülerini artırmak için akademik çelişki oluşturulabilir.

Araştırmamızda, birlikte öğrenme tekniği, çalışma yaprakları aracılığıyla bir çok öğretimsel işin işe koşulabilmesi nedeniyle seçilmiştir.

1.1.9.2. Birlikte Soralım Birlikte Öğrenelim

Açıkgöz (1992, 2002)'ün aktardığına göre; bu teknik Açıkgöz (1990) tarafından geliştirilmiştir. Tekniğin uygulanması sırasında izlenen basamaklar; grupların oluşturulması, okuma, öğrenci sorularının hazırlanması, grup sorusunun hazırlanması, grup sorularının gönderilmesi, grup sorularının yanıtlanması, yanıtların sınıfa sunulması, grup sunumunun değerlendirilmesi, bütün sınıf tartışması ve sınamadır. Tüm bu etkinliklerin gerçekleştirilmesi için okuma parçaları, soru-yanıt

kartları, temalar yaprağı, grup sunumunu değerlendirme formu ve sınav gibi materyaller gereklidir.

Açıkgöz (1992, 2002), bu teknikte kullanılan öğretimsel materyalleri şu şekilde belirtmiştir:

Okuma Parçaları: Kitaplarda yer alan bazı bölümler, öyküler ya da öğretmen tarafından hazırlanan notlar okuma materyali olarak kullanılabilir.

Soru-Yanıt Kartları: Öğrenci ve grup soruları ile yanıtların yazılabileceği kartlardır.

Temalar Yaprağı: Okuma sırasında öğrencilerin dikkat etmesi gereken noktaların listelendiği yapraktır.

Grup Sunumunu Değerlendirme Formu: Grup sunumlarının içerik ve sunuş şekli açısından değerlendirilmesinde kullanılmak üzere öğretmen tarafından geliştirilir.

Sınav: İşlenen konuyla ilgili çoktan seçmeli ya da kısa yanıtli sorulardan oluşur. Süresi 10-15 dakikayı geçmemelidir.

Açıkgöz (1992, 2002), bu tekniğin uygulanması aşamasında yer almasında yarar görülen işlemleri şu şekilde açıklamıştır:

1. Grupların oluşturulması: Bu aşamada grupların büyüklüğüne ve grup üyelerine karar verilmektedir. Grupların ideal büyüklüğü üç ile dört kişidir. Ancak sınıf olanaklarının sınırlı olduğu durumlarda bu rakam altıya kadar çıkabilir ama grup çalışmasının yapılandırılmasını ve kontrolünü güçleştireceği için bu rakamın üzerine çıkılmamalıdır. Karma gruplar oluşturulmasına dikkat edilmelidir. Grupların kendilerine birer ad koyması da öğrencilerin derse güdülenmesinde ve ilginin derse çekilmesinde yararlı olmaktadır.

2. Okuma: Her öğrenci konuyla ilgili parçayı ya da bölümü tek başına sessizce okur. Öğretmen yönlendirme amacıyla, öğrencilere okurken dikkat edilmesi gereken noktaları ya da temaları bildirebilir. Bunu tahtaya yazarak ya da basılı olarak öğrencilere iletir.

3. Öğrenci sorularının hazırlanması: Öğrencilerin okudukları konu ve kendilerine iletilen temalarla ilgili bireysel olarak sorular hazırladığı aşamadır. Öğrencilerden parçada yanıtı kolayca bulunabilecek bilgi düzeyindeki sorular değil, kavrama ya da daha üst düzey soruları hazırlamaları istenmelidir ve bunu nasıl yapacakları öğretilmelidir. Öğrenciler hazırladıkları soru ya da soruları bir karta yazarlar. Bu kart sorunun gruba sorulmasında ve öğretmene verilerek puanlamanın yapılmasında kullanılır. Öğretmen bireysel soruları düzeyine ve doğruluğuna bakarak puanlar. Bu her öğrencinin okumasını dolayısıyla katkısını ve öğrenmesini sağlamak için gereklidir. Konuya göre bir ya da daha fazla soru istenebilir.

4. Grup sorusunun hazırlanması: Bireysel sorular hazırlandıktan sonra grup üyeleri bir araya gelerek grup sorusunu oluştururlar. Bu noktada konunun ya öğretmen tarafından ya da öğrencilerle tartışılarak alt konulara ayrılmasında ve her alt konuyla ilgili soru istenmesinde yarar vardır. Böylece soruların konunun belirli noktalarında yığılması engellenmiş olur. Bunun için ya grup üyelerince hazırlanan sorulardan biri olduğu gibi grup sorusu olarak seçilir, ya sorulardan biri üzerinde değişiklik yapılır ya da yeni bir soru oluşturulur. Bu aşama, grupta gerçek anlamda işbirliğinin sağlanması gereken aşamalardan biridir. Öğrencilerden soruları değerlendirirken iyi-kötü diye ayırmak yerine, bir sorunun iyi ya da kötü olan yönleri hakkında birbirlerine açıklama yapmaları istenir. Grup soruları hazırlanırken herkesin katılımını sağlayabilmek için öğrencilere dönüşümlü olarak kaydedici, postacı, özetleyici, tartışma lideri, gözlemci-denetleyici (grup çalışmalarının denetlenmesi amacıyla) ve güdüleyici gibi görevler verilir.

5. Grup sorularının gönderilmesi: Grupça oluşturulan soru ya da sorular bir karta yazılarak rasgele seçilen başka gruplara postacı görevindeki öğrenci aracılığıyla gönderilir.

6. Grup sorularının yanıtlanması: Grup üyelerinin işbirliğini gerektiren diğer bir aşama da budur. Her grupta tek soru kartının bulunması, araç bağımlılığının dolayısıyla olumlu bağımlılığın sağlanması için gerekli görülmektedir. Bu aşamada da soru hazırlama aşamasında olduğu gibi öğrencilere yazıcılık, denetleyicilik, güdüleyicilik gibi görevler verilebilir.

7. Yanıtların sınıfa sunulması: Gruplar, seçtikleri sözcüler aracılığı ile kendilerine gelen soru ile ilgili görüşlerini ve yanıtlarını sınıfa sunarlar. Grupta herkesin öğrenmesini sağlamak için sözcüleri grup değil öğretmen de rasgele seçebilir. Sözcü seçilirken şunlardan biri yapılabilir: (a) Grupta en uzun ya da en kısa olan, (b) Adının ilk harfi alfabede önce ya da sonra gelen, (c) Doğum günü önce ya da sonra gelen, (d) O gün hiç sözcülük yapmamış olan. Eğer bütün grupların sunumuna yetecek kadar zaman yoksa gruplar arasından rasgele seçim yapılabilir. Ancak çok zorunlu olmadıkça bu yola başvurulmamalıdır.

8. Grup sunumlarının değerlendirilmesi: Sunum sırasında grubun ve sözcünün başarımı öğretmen ya da diğer öğrenciler tarafından değerlendirilir. Değerlendirme sonucunda sözcü ve grup için birer sunum puanı elde edilir. Sözcülerin puanları belli bir ağırlıkla bireysel notuna katılırken, grubun sunum puanı belli bir ağırlıkla grup puanına katılır.

9. Grup sürecinin değerlendirilmesi: Öğrencilerin grup çalışması sırasındaki davranışlarını değerlendirerek yararlı ve zararlı olanların ortaya çıkartılmasıdır. Grup sürecini öğretmenin rehberliğinde öğrenciler kendileri değerlendirir.

10. Bütün sınıf tartışması: Gruplar sunumlarını tamamladıktan sonra öğretmen konuyu özetleyerek genel bir tartışma başlatabilir. Bu tartışma sırasında

tam anlaşılmayan ya da üzerinde durulmayan noktalar varsa onlar üzerinde yoğunlaşılır. Aynı zamanda bu tartışma ile ders sonuca bağlanmış olur.

11. Sınama: Konunun bitiminde bütün öğrenciler bireysel olarak sınav alırlar. Sınavdan aldıkları puanlar ve sunum puanları toplanarak bir grup puanı elde edilir. Grup puanı daha önceden saptanmış olan ölçütle karşılaştırılarak gruplara daha önceden belirlenmiş olan çok başarılı, başarılı ve az başarılı grup ödülleri verilir. Gruplar birbirleriyle yarışmazlar ve başarı açısından sıraya konmazlar.

Açıkgöz (1990)'ün belirttiğine göre; Birlikte Soralım Birlikte Öğrenelim tekniğinin geliştirilmesi sırasında özellikle dikkat edilen bazı noktalar şunlardır:

a. Yapılandırma: Grup üyelerinin tümünün katılımını ve bireysel değerlendirilebilirliğini sağlamak için öğrenme etkinlikleri herkese tek tek sorumluluk düşecek biçimde yapılandırılmıştır. Herkesin sorumluluğunu yerine getirip getirmediği orada yapılan puanlamalarla kontrol edilmiştir.

b. Gruptan ortak bir ürün isteyerek ve pekiştiricileri gruba vererek amaç ve ödül bağımlılığı sağlanmıştır.

c. Grup çalışması sırasında yer alan tartışmalar da öğrencilerin yüz yüze etkileşimde bulunmasını sağlamaktadır.

Bu koşullar yani “yapılandırma”, “amaç ve ödül bağımlılığı” ve “yüz yüze etkileşim” bir işbirliği sırasında bulunması gereken özelliklerdir (Açıkgöz, 1990).

Termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularının, öğrencilerin üst düzeyde niteliksel sorular sormalarına çok uygun olması, ilgi çekici olması, günlük yaşamda bir çok olaya uygulanabilir ve örneklendirilebilir olması nedenleriyle, konunun öğretiminde bu tekniğin de kullanılması uygun bulunmuştur.

1.1.9.3. Öğretimsel İşler

Araştırmada kullanılan öğretimsel işler, kısa açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmaktadır:

Sonuç Çıkarma: Öğrencilerin, işlenen konuda ulaştıkları sonuçları belirlemeleridir (Açıkgöz, 2002).

Örnek Verme: Öğrencilerin, işlenen konuları açıklığa kavuşturucu örnekler vermesidir (Açıkgöz, 2002).

Bulmaca: Öğrencilerin konu ile ilgili bulmaca hazırlamaları ya da öğretmen tarafından hazırlanmış bir bulmacayı çözmeleridir (Açıkgöz, 2002).

Özetleme: Öğrencilerin, öğrendiklerini ana hatlarıyla, kısaca, yazılı ya da sözlü olarak anlatmalarındır (Açıkgöz, 2002).

Problem Çözme: Öğrencilerin, öğrenilenleri kullanarak yanıtı kaynaklarda yazılı olmayan problemleri çözmeleridir (Açıkgöz, 2002).

Karşılaştırma: Öğrencilerin, öğrenilenler arasındaki farkları ya da benzerlikleri saptamasıdır (Açıkgöz, 2002).

Kavram Haritası Oluşturma: Konu ile ilgili başlıca kavramların merkezi bir kavram çevresinde birbirleriyle ilişkilerini gösterecek bir haritanın oluşturulmasıdır (Açıkgöz, 2002). Öğrenciler kavram haritasını yaparken birbirleriyle sıkı bir ilişki kurmak ve birlikte çalışmak zorunda kalırlar. Kavram haritasını oluşturmak için öğrencilerin birbirleriyle tartışmaları onları bir olay üzerinde çok yönlü düşünmeye yöneltir. Kavram haritası yapmak, öğrencilerin çalışmış oldukları bir ünite içindeki bütün kavramları organize etmek ve incelemektir. Öğrencilerin tartışarak ortak yaptıkları kavram haritasının sonucunu görmek onların kendilerine olan güvenlerini artırır. Öğretmen, kavram haritasının oluşması sırasında öğrencilerin birbirleriyle

tartışmalarını izleyerek nerede yanlış kavramaların olduğunu saptayabilir. Aynı zamanda bitmiş kavram haritasını değerlendirme aracı olarak kullanabilir (Şahin, 1996).

Öğrendiklerini Listeleme: Öğrencilerin neleri öğrenmeleri gerektiğinin farkına varmasını sağlar (bir derste işlenen konunun önemli noktalarının listelenmesi gibi) (Açıkgöz, 2002).

Çalışma Yaprakları: Öğrencilerin ne yapması gerektiğinin belirtildiği işlem basamaklarını içeren, bilgilerini kendi zihinlerinde kendilerinin kurmalarına yardım eden ve aynı anda bütün sınıfın verilen etkinliğe katılımını sağlayan önemli araçlar olarak tanımlanmaktadır (Atasoy ve Akdeniz, 2006). Öğrencilerin ilgilerini ve dikkatlerini çekici olması, uygulama sürecindeki adımları izleme fırsatı vermesi ve değerlendirmeye olanak sağlaması açısından çalışma yapraklarının önemi büyüktür. Çalışma yapraklarının kullanılmasıyla öğrencilerin etkin hale geldiği, bireysel çalışmalara fırsat tanındığı ve kavramların öğrenilmesinde etkili olunabileceği bulunmuştur (Yiğit, Akdeniz, Kurt, 2001). Çalışma yaprakları geleneksel anlamın dışında yapılandırmacı yaklaşımı temel alarak hazırlanabilir. Öğrenciye doğrudan bilgi verme yerine, bilgiye ulaşma ve bulma yolu çalışma yaprakları aracılığıyla verilebilir. Çalışma yapraklarının nasıl kullanılacağı bireye bağlıdır ve onu isteği doğrultusunda yönlendirip kullanabilir. Çalışma yaprakları öğrenci üzerinde derse ve öğrenmeye karşı olumlu bir tutum geliştirmektedir (Ceyhan ve Türnüklü Beymen, 2002). Çalışma yaprakları ile yürütülen derslerde öğretmenler, öğrencilerin tamamladıkları çalışma yapraklarına geri dönütler sağlamalıdır. Böylece, öğrencilerin derste yaptıkları etkinliklere ve yazdıklarına öğretmenlerinin değer verdiğini düşünerek, derslere daha istekli katılımlarının sağlanabileceği düşünülmektedir (Atasoy ve Akdeniz, 2006).

Günlük Yaşamla İlişkilendirme: Öğrencilerin, öğrendiklerinde günlük yaşamda kullanabilecekleri bağlantıları bulmalarını sağlar (Açıkgöz, 2002).

Formülleştirme: İşlenen konudaki düşüncelerin bağıntı halinde anlatımıdır (Açıkgöz, 2002).

Soru Çıkarma: Öğrenenlerin, işlenen konuyla ilgili düzeyli soru üretmeleridir. Soru çıkarabilmek için konunun kavranması gereklidir. Ancak, sorular öğrenilenleri aynen tekrarlatıcı sorular olmamalıdır (Açıkgöz, 2002).

Soru Yanıtlama: Geleneksel olarak yapılan bir iştir. Soruyu anlamak, yanıtının ne olabileceğini düşündürmesi bakımından yararlıdır (Açıkgöz, 2002).

Düşünceleri Paylaşma: Öğrencilere öğrendikleri ilgili düşüncelerini açıklamaları, yanıtlarını bir başka öğrenciyle, grupla ya da öğretmenle paylaşma fırsatının verilmesidir (Açıkgöz, 2002).

Yazma: Öğrencilerin öğrendikleriyle ilgili önemli noktaları, sonuçları ve örnekleri yazmalarınıdır (Açıkgöz, 2002).

Birine Öğretme: Uygun konularda öğrencilerin öğrenme malzemesini birbirlerine öğretmeleridir (Açıkgöz, 2002).

Yardım İsteme: Öğrencilerin bir konuyu öğrenirken öğretmenden ya da arkadaşlarından yardım istemeleridir (Açıkgöz, 2002).

Açıklama Yapma: Öğrencilerin öğrenme malzemesini arkadaşlarına, özellikle bilmeyen birine açıklamasıdır (Açıkgöz, 2002).

Okuma: Başkalarının ne düşündüğünün ve ne demek istendiğinin anlaşılmasına çalışılması derin düşünceyi harekete geçirir. Bunun gerçekleşebilmesi için amaçlı okuma yapılmalıdır. Diğer öğretimsel işlerle birlikte kullanılması etkinliğini artırır (Açıkgöz, 2002).

Not Alma: Öğrencilerin dinledikleri veya okudukları ile ilgili önemli kavramları ya da düşünceleri, kendilerine özgü açıklamalarla çoğu zaman kısaltarak kaydetmeleridir (Açıkgöz, 2002).

1.1.10. İşbirlikli Öğrenme Yönteminin Etkililiği

İşbirlikli öğrenmenin etkililiğini araştırmaya yönelik gerek yurt içinde gerekse yurt dışında yapılmış bir çok araştırma vardır (Bakınız Bölüm 2). İşbirlikli öğrenme ile ilgili yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçlar, bu yöntemin bilişsel ve duyuşsal düzeyde bir çok yönden yararlı olduğunu göstermektedir.

İşbirlikli öğrenmenin, öğrenci başarısını artırdığı bir çok çalışmada ortaya konulmuştur (Açıkgöz 1992, 1993; Akinsola 1999; Altıparmak ve Nakipoğlu 2002; Altıparmak 2001; Aslan ve Afyon 2005; Ateş 2004; Balfakih 2003; Bilgin ve Geban 2004; Boxtel, Linden ve Kanselaar 2000; Çalışkan, Selçuk ve Erol 2005; Daubenmire 2004; Dilek ve Gürdal 2004; Hevedanlı ve Akbayın 2005; Johnson, Johnson ve Smith 1998; Kagan, Kagan ve Kagan 2000; Kasap 1996; Lewis, Stern ve Linn 1993; Merebah 1987; Sucuoğlu 2003; Şahin 1996; Tezcan, Yılmaz ve Babaoğlu 2005; Towns ve Grant 1997).

İşbirlikli öğrenmenin hatırd tutma üzerinde olumlu etkileri olduğunu ortaya çıkaran bir çok araştırma vardır (Açıkgöz 1992, 1993; Aslan ve Afyon 2005; Dilek ve Gürdal 2004; Hevedanlı ve Akbayın 2005; Kasap 1996; Nakiboğlu ve Benlikaya 2001).

Eğitimde başarıyı etkileyen bir başka değişken öğrencinin konu, okul, öğretmen vb. öğelere ilişkin tutumudur. Öğrencinin eğitimle ilgili tutumlarının olumlu olması onun başarısını artıracaktır. Yapılan araştırmalar işbirlikli öğrenmenin öğrencinin okul ve öğrenme ile ilgili tutumlarını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir (Açıkgöz, 1992, 1993). İşbirlikli öğrenme yönteminin öğrencilerin tutumlarına etkilerinin incelendiği araştırmaların bir çoğunda bu yöntemin öğrencilerin tutumlarını olumlu yönde değiştirdiği saptanmıştır (Açıkgöz 1993;

Altıparmak 2001; Aslan ve Afyon 2005; Ateş 2004; Bilgin 2006; Bilgin ve Geban 2004; Broyles 1999; Daubenmire 2004; Johnson, Johnson ve Smith 1998; Sadler 2002; Samiullah 1995; Towns ve Grant 1997).

Başarıyı sağlayan en önemli değişkenlerden biri katılımdır. İşbirlikli öğrenme öğrenci katılımını artıran bir yöntemdir (Açıkgöz 1992; Altıparmak ve Nakiboğlu 2002; Aslan ve Afyon 2005; Mills, McKittrick, Mulhall ve Feteris 1999; Nakiboğlu ve Benlikaya 2001; Tezcan, Yılmaz ve Babaoğlu 2005; Yu ve Stokes 1998). Ayrıca Aslan ve Afyon (2005)'un çalışmalarında değindiği üzere Akın (1996) da çalışmasında işbirlikli öğrenme yönteminin öğrenci katılımını artırdığı sonucunu bulmuştur.

İşbirlikli öğrenmenin üst düzey bilişsel stratejilerin (sınıflama, geri getirme, formülleştirme, kavram geliştirme, problem çözme, ayrıntılı olarak işleme, akıl yürütme, sıraya dizme, vb.) kullanım sıklığını artırdığını gösteren bir çok araştırma bulgusu vardır (Açıkgöz 1992; Aslan ve Afyon 2005).

Araştırmalar işbirlikli öğrenmenin, olumlu öğrenme çevresinin yaratılmasını kolaylaştırdığını ortaya koymuştur (Açıkgöz, 1992). Yapılan araştırmalar, işbirlikli öğrenmenin her düzeydeki ve yaştaki insanlar arasında hoşlanma duyguları, yardım etme ve destekleme davranışlarını artırdığını ortaya koymuştur (Açıkgöz 1992; Aslan ve Afyon 2005). İşbirlikli öğrenmenin sözel iletişim becerilerini geliştirdiği (Aslan ve Afyon, 2005; Balfakih 2003'in aktardığına göre Lonning 1993), benlik saygısını artırdığı (Açıkgöz 1992; Aslan ve Afyon 2005), öğrencilerin güdülenmesinde olumlu etkileri olduğu (Açıkgöz 1992; Berger ve Hazne 2005; Daubenmire 2004; Chung-Schickler 1998'in aktardığına göre Courtney, Courtney ve Nicholson 1994), kaygıyı azalttığı (Açıkgöz 1992; Aslan ve Afyon 2005; Chung-Schickler 1998'in aktardığına göre Courtney, Courtney ve Nicholson 1994) belirlenmiştir.

Bilindiği gibi okulun amacı öğrencileri sadece belli dersler ve konular hakkında bilgilendirmekten ibaret değil, onların bedensel, zihinsel, duygusal ve sosyal gelişimlerine de yardımcı olmaktır. İşbirliğine dayalı öğrenme yöntemi

çocukların öğrenmeleri yanında onların çeşitli yönlerden gelişimlerini de olumlu yönde etkilemektedir. Öğrencilere, özellikle günümüzde “başarının sırrı” olarak tanımlanan ekip çalışması becerisinin kazandırılmasında, sosyal becerilerinin geliştirilmesinde ve iyi arkadaşlık ilişkilerinin oluşturulmasında oldukça etkili bir yöntemdir. Yaşam boyu gerekli olan değişik sosyal görevlerin öğrenilmesinde, karşılaşılan güçlüklerin çözümünde ve insanları tanıma ve anlama yeteneğinin gelişiminde önemli etkilere sahiptir. Kişiler arası ilişkiler kurma ve iletişim becerilerini kazandırmada en etkili yöntemlerden birisidir. İşbirliğine dayalı öğrenme yöntemi problem çözme ve yaratıcı düşünme yetilerinin kazandırılmasında da etkili bir araçtır. Bireysel ve yarışmacı öğrenme yöntemlerinden farklı olarak bu yöntem, problemleri çözüme kavuşturmak için öğrencilerin birlikte çalışması temeline dayanır. Bir probleme birlikte çözüm aramak, daha fazla çözüm önerisi üretmek demektir. Yaratıcı düşünmenin en etkili araçlarından olan beyin fırtınası da birlikte çalışmayı gerektiren bir stratejidir. Bu strateji, problemlere daha fazla çözüm önerilmekle birlikte, sonuçta grubun çözüm önerilerinden birisinde anlaşma sağlamasını gerektirir. Bu uygulama, öğrencilere, “farklı düşüncelere sahip olmakla birlikte akılcı bir düşünce çevresinde birleşebilme” (demokratik anlayış) becerisini kazandırma işlevi görür. Birey kendi görüşlerini diğerlerine kabul ettirmeye çalışırken, diğerlerinin görüşlerini de analiz, sentez ve tartışmayı öğrenir ki bu da eleştirel düşüncenin gelişimine önemli katkılar sağlar (Yılmaz, 2001).

Geleneksel sınıflar öğrencilerin not için yarıştığı bir yapıdır. Bu tarz sınıf yapılarının daha ilerisi kaygıları arttırır ve eşit düzeyde yarışmayan öğrencilerin sistemden çekilmesine neden olur. İşbirlikli öğrenme ise sınıfa tüm öğrencilerin başarısının hedeflendiği bir yaklaşım getirir. İşbirlikli sınıflar karşılıklı desteğin ve düşük kaygının yaşandığı, kendine güveni ve güdüyü arttırmaya neden olan bir çevredir (Kagan, Kagan ve Kagan, 2000).

Çağımızda bilim ve teknolojiye hızlı değişimler ve kentleşme olgusunun getirdiği sorunlar, bireylerin daha çok işbirliği yapmalarını zorunlu kılmaktadır. Toplum; aile, dernekler, sendikalar, politik partiler gibi değişik işbirlikli grupların bir bileşimi niteliğinde olduğundan, okulların da, işbirlikli etkinlikleri vurgulayan yerler

olması beklenir. Oysa, toplumdaki temel kuruluşlar arasında yer alan okulların, işbirlikli etkinlikleri en az uygulayan yerler olduğu söylenebilir. Bilindiği gibi, öğrenciler, ancak laboratuvar ya da proje gruplarında işbirlikli yaşantılara sahip olabilmektedir. Bu etkinlikler de, ülkemizde okul yaşamının çok küçük bir bölümünü oluşturmaktadır. Öğretmenler arasında ise işbirliği hemen hemen hiç yok gibidir. İşbirlikli öğrenme teknikleri ise, gerek öğretmenler, gerekse öğrenciler arasında işbirlikli yaşantıların oluşturulmasında etkili olabilir. Böylece, okulda edinilen işbirlikli yaşantıların, toplum yaşamına da olumlu yönde yansımaları; özünde işbirliğinin yattığı demokrasinin temel ilkeleriyle yaşama geçirilmesine katkıda bulunması, beklenen bir olgu olarak görülebilir. Gerek bilişsel, gerekse duyuşsal çıktılar açısından olumlu etkileri olduğu bir çok araştırmayla kanıtlanan işbirlikli öğrenme yöntemi, hemen her eğitim aşamasında kullanılacak ekonomik bir yöntemdir. Bu yöntem, okullardaki araç-gereçler kullanılarak, ek bir gider olmaksızın sınıf ortamında kolaylıkla uygulanabilir (Gömleksiz, 1995).

Yapılan araştırmalar, işbirlikli öğrenmenin başarıyı artırdığı, çalışılan konuya karşı olumlu tutum geliştirdiği, kendiyi gurur duymayı artırdığı, yaşlıları arasındaki farklılıkların daha kabullenilmesini ve kavramsal gelişmeyi artırdığını ortaya koymuştur. Bununla birlikte, bu çalışmaların büyük çoğunluğu 1-12. sınıf öğrencilerini içermektedir. Birkaç çalışma üniversite öğrencileri üzerinedir. Bugüne kadar, işbirlikli öğrenme etkinliklerinin öğrenciler için ne anlama geldiğini birkaç çalışma rapor etmiştir. İşbirlikli öğrenme deneyimleri konusunda, öğrencilerin düşünceleri sessiz kalmıştır (Towns ve Grant, 1997).

İşbirlikli öğrenme etkinlikleri, öğrencilere etkileşim ve iletişim becerilerini geliştirmeleri için olanak sağlamaktadır. Çoğu işveren, iş için başvuranların teknik becerilerine ek olarak etkileşim ve iletişim becerilerine de değer vermektedir. Çoğu çekici ve yüksek ücretli pozisyonların bazısı diğerlerini güdüleme, liderlik sergileme ve karmaşık otorite yapılarını anlama becerileri gerektirmektedir. İş piyasası gittikçe daha yarışmacı olmaktadır ve öğrenciler etkili iletişim ve etkileşim becerilerinin iş bulmalarında, üretkenliklerinde ve kariyerlerindeki başarılarında anahtar olabileceğinden haberdar olmalıdırlar (Towns ve Grant, 1997).

Kısacası, işbirlikli öğrenmenin başta başarı olmak üzere hatırd tutma, transfer, üst düzey bilişsel stratejiler, derse katılma, öğrenme çevresi algıları, arkadaş ilişkileri, özürülülerin normal grupta eğitimi, benlik saygısı, tutum, kaygı ve denetim odağı gibi bir çok bilişsel ve duyuşsal öğrenme ürünü ve süreci üzerinde olumlu etkilerinin bulunduğı söylenebilir. Bilişsel değışkenler yanında duyuşsal değışkenler üzerinde dikkati çekecek derecede olumlu etkilerinin bulunması, işbirlikli öğrenmenin önemini daha da artırmaktadır (Açıkğöz, 1992).

1.2. Amaç ve Önem

Problem durumunda da belirtildiğı gibi termodinamik, uygulama alanının genişliğı, doğal olaylara dayanması ve disiplinler arası yapısı nedeniyle oldukça önemli bir bilim dalıdır. Termodinamiğın ikinci yasası ve entropi konuları ise günlük yaşamda hemen her alanda uygulamalarının bulunması ve günümüzde gittikçe artan enerji kriziyle doğrudan ilgili olması nedeniyle belki de termodinamiğın en önemli parçasıdır. Önemi nedeniyle problem durumunda belirtildiğı üzere, yurt dışında ortaöğretim düzeyinde bile ikinci yasa ve entropi konularının bazı temel düşünceleri verilmektedir. İlgili konularda öğrenciler bir çok öğrenme güçlüğü ve kavramsal zorluk yaşamaktadırlar. İşbirlikli öğrenmenin bilişsel ve duyuşsal öğrenme ürünleri üzerinde olumlu etkilerinin olduğı, bir çok araştırma ile ispatlanmış olması nedeniyle, bu problemlerin çözümünde işbirlikli öğrenme yönteminin etkili olacağı düşünülmektedir.

Yapılan alanyazın incelemesi sonucunda, ülkemizde fen bilgisi başta olmak üzere fen bilgisi, biyoloji ve kimya alanlarında işbirlikli öğrenme yönteminin kullanımına yönelik çalışmalar varken, işbirlikli öğrenme yönteminin etkilerini fizik alanında inceleyen Çalışkan ve diğler. (2005) ile Dilek ve Gürdal (2004) tarafından yapılan çalışmalardan başkasına rastlanamamıştır. Bu sonuçtan yola çıkılarak, ülkemizde bu alanda yapılan çalışmaların yetersiz olduğı söylenebilir. Ayrıca, Çalışkan ve diğlerlerinin (2005) çalışmasının fizik laboratuvarına yönelik olması, Dilek ve Gürdal (2004) tarafından yapılan çalışmanın da ortaöğretim düzeyindeki öğrencilerle yapılması nedeniyle, özellikle üniversite düzeyinde, fizikte ve fiziğın

dallarında işbirlikli öğrenme yönteminin etkililiğinin incelenmesinin ülkemizde hala gerçekleştirilmemiş olduğu söylenebilir.

Yapılan alanyazın taraması sonucunda, termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularının öğretime yönelik önerilerde bulunan ya da öğrencilerin kavram yanlışlarını inceleyen rapor edilmiş çok araştırma olmasına karşın, ilgili konularda öğrencilerin öğrenmesini geliştirmeye yönelik çok az sayıda çalışma olduğu görülmüştür. Yukarıda değinildiği gibi ülkemizde ise işbirlikli öğrenme yönteminin fizik derslerindeki etkililiğini inceleyen çok az çalışma bulunmaktadır. Ayrıca, termodinamik dersinde işbirlikli öğrenme yönteminin kullanımına ilişkin yurt dışında yapılmış sadece iki çalışmaya rastlanmış olup, bunlar da ikinci yasa ve entropi konuları üzerine değildir. Ülkemizde ise termodinamik dersinde işbirlikli öğrenme yönteminin kullanımına ilişkin rapor edilmiş hiçbir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle de bu araştırmanın önemli bir boşluğu dolduracağı düşünülmektedir.

Öğretmenlerde bulunan yanlışların öğrencilerin öğrenmesini zorlaştırması nedeniyle, bilimsel dille, günlük dili henüz ayırt edemeyen öğrencilere sunulan öğretmen açıklamaları çok önemlidir. Bu nedenle, geleceğin fizik öğretmenleri olacak olan eğitim fakültesi öğrencilerinin ilgili konuları en iyi şekilde öğrenmesine yönelik çalışmaların yapılması çok önemli ve gereklidir.

Bilgilerin öğrenciler tarafından etkili bir şekilde öğrenildiği, uzun süreli olarak hatırlanmaları yani kalıcılığı ile kanıtlanabilir. Bu nedenle işbirlikli öğrenme yönteminin, termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularında öğrencilerin hatırd tutması üzerinde etkisinin incelenmesi önemli görülmektedir.

Nakiboğlu ve Benlikaya (2001)'nin aktardığına göre Aydın (1999) tarafından öğrenme etkinliğindeki başarının, öğrencinin bilişsel giriş davranışlarının yanı sıra duyuşsal giriş özelliklerinin de yeterlilik düzeyi ile yakından ilişkili olduğu, Senemoğlu (1998) tarafından da öğrencilerin duyuşsal giriş özellikleri olumlu hale getirilerek öğrenciler arasındaki başarı farklarının %25 oranında azaltılabileceği vurgulanmıştır.

Öğrenci başarısının, öğrencilerin derse ve kullanılan yönteme yönelik tutum, kendilerine duydukları güven ve öğrenmelerini etkileyen etkenlere verdikleri önem gibi duyuşsal özelliklerden etkilendiği bilinmektedir. Bu nedenle termodinamik öğretiminde işbirlikli öğrenme yönteminin kullanılmasının, öğrencilerin belirtilen duyuşsal özellikleri üzerinde olumlu etkilerinin olacağı düşünülmektedir.

Yapılan alanyazın incelemesi sonucunda, işbirlikli öğrenme yöntemine ilişkin öğrenci görüşlerinin alındığı yurt içinde ve yurt dışında rapor edilmiş birkaç çalışma bulunduğu görülmüştür (Bilgin ve Geban 2004; Daubenmire 2004; Erdem ve Morgil 2002; Nakiboğlu ve Benlikaya 2001; Nhu 1999; Towns ve Grant 1997; Yu ve Stokes 1998). Ne varki, geleneksel öğretim yöntemine ilişkin kontrol grubu öğrencilerinin görüşlerinin alındığı rapor edilmiş bir çalışmaya ise rastlanamamıştır. Konuların öğretimi sırasında izlenen öğretim yöntemine ilişkin her iki grup öğrencilerinin de görüşlerinin alınmasının alanyazındaki bu boşluğu dolduracağına inanılmaktadır.

Bu nedenlerden dolayı çalışmamızın amacı, lisans düzeyinde termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularının işbirlikli öğrenme ve geleneksel öğretim yöntemleriyle öğrenilmesinin öğrencilerin başarı, hatırd tutması, derse yönelik tutumu, fizik dersine ilişkin kendilerine duydukları güven ve öğrenmelerini etkileyen etkenlere verdikleri önem üzerindeki etkilerinin incelenmesi ile kontrol grubu ve deney grubu öğrencilerinin uygulanan yöntemler ve uygulamanın içeriğine ilişkin görüşlerinin incelenmesi olarak belirlenmiştir.

1.3. Problem Cümlesi

Termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularının öğretiminde, işbirlikli öğrenme ve geleneksel öğretim yöntemlerinin öğrencilerin başarı, hatırd tutma, termodinamik dersine yönelik tutum, kendilerine duydukları güven ve öğrenmelerini etkileyen etkenlere verdikleri önem üzerindeki etkileri ve öğrencilerin bu yöntemler ile uygulamanın içeriğine yönelik düşünceleri nelerdir?

1.4. Alt Problemler

1. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin, termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularında akademik başarıları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

2. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin, termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularında hatırd tutma düzeyleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?

3. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin, termodinamik dersine yönelik tutumları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

4. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin, fizik dersine yönelik kendilerine duydukları güven ve öğrenmelerini etkileyen etkenlere verdikleri önem arasında anlamlı bir fark var mıdır?

5. Kontrol grubu öğrencilerinin geleneksel öğretim yöntemi ile uygulamanın içeriğine ilişkin düşünceleri nelerdir?

6. Deney grubu öğrencilerinin işbirlikli öğrenme yöntemi ile uygulamanın içeriğine ilişkin düşünceleri nelerdir?

1.5. Sayıtlar

1. İşbirlikli öğrenme ve geleneksel öğretim gruplarındaki deneklerin öğrenmeye olan ilgileri eşittir.

2. Araştırma sırasında, deney ve kontrol gruplarındaki öğrenciler ek çalışma yapmamışlardır.

3. Araştırma sırasında, deney ve kontrol gruplarındaki öğrenciler ön ölçüm, son ölçüm ve geciktirilmiş ölçüm uygulamalarında kendilerine uygulanan ölçekleri içtenlikle yanıtlamışlardır.

4. Araştırmayı etkileyebilecek denetlenemeyen değişkenlerin etkisi, her iki grupta da aynıdır.

5. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin etkileşimleri en alt düzeydedir.

1.6. Sınırlılıklar

1. Araştırma, 2005-2006 öğretim yılında bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi fizik eğitimi anabilim dalı üçüncü sınıfında okutulan termodinamik dersine devam eden 40 öğrenci ile sınırlıdır.

2. Araştırmada, işbirlikli öğrenme tekniklerinden Birlikte Öğrenme ve Birlikte Soralım Birlikte Öğrenelim teknikleri kullanılmıştır.

3. Araştırma, termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konuları ile sınırlıdır.

4. Araştırma, programda haftada beş ders saatinin ayrıldığı termodinamik dersinin 8 haftalık süresi ile sınırlıdır.

1.7. Tanımlar

Geleneksel Öğretim: Öğretmenin liderliğinde bütün öğrencilere düz anlatım, soru-yanıt ve tartışma teknikleri kullanılarak uygulanan öğretim süreci (Açıkgöz, 1993).

İşbirlikli Öğrenme: Öğrencilerin ortak bir amaç doğrultusunda küçük gruplar halinde, birbirlerinin öğrenmesine yardım ederek çalışmalarını (Açıkgöz, 1992).

Deney Grubu: İşbirlikli öğrenme yöntemi ile termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularını öğrenen öğrencilerin oluşturduğu grup.

Kontrol Grubu: Geleneksel öğretim yöntemi ile termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularını öğrenen öğrencilerin oluşturduğu grup.

Hatırda Tutma: Bellek sistemine yerleştirilen bilgilerin tekrar geri getirilip kullanılana kadar saklanması (Demirci ve Ün (1987-88)'den aktaran Açıköz, 1993).

Duyuşsal Ürünler: Öğrencilerin dersle, öğretmenle, okulla, arkadaşlarıyla ve kendisiyle ilgili tutum, ilgi, güdü, benlik kavramı vb. terimlerle adlandırılacak düşünceler (Açıköz, 1993).

Tutum: Belirli nesne, durum, kurum, kavram ya da diğer insanlara karşı öğrenilmiş, olumlu ya da olumsuz tepkide bulunma eğilimidir (Tezbaşaran, 1996).

Anlamlı Öğrenme: Var olan bilişsel yapıdan ilgili kavramlar ayıklanır, yeni öğrenilenlerle öncekiler bütünleştirilir ve gerek önceki gerekse sonrakiler yeniden yapılandırılır (Açıköz, 2002).

1.8. Kısaltmalar

BSBÖ: Birlikte Soralım Birlikte Öğrenelim

Başarı Ölçeği: Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konuları Başarı Ölçeği

BÖLÜM 2

İLGİLİ YAYIN VE ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde araştırma konusu ile doğrudan ya da dolaylı olarak ilgili olan yurt dışında ve yurt içinde yapılmış yayın ve araştırmalara yer verilmiştir.

2.1. Termodinamiğin İkinci Yasası, Entropi ve İlgili Kavramların Öğretimine İlişkin Yurt Dışında Yapılmış Çalışmalar

Termodinamiğin ikinci yasası, entropi ve ilgili kavramların öğretimine ilişkin yurt dışında yapılmış çalışmalar incelendiğinde, çalışmaların üç alt başlık altında toplanabileceği görülmüştür. Bu alt başlıklar, ilgili konularda öğrenci görüşleri ve kavram yanlışlarını inceleyen çalışmalar, konuların öğretimine yönelik birtakım önerilerde bulunan çalışmalar ve konulara yönelik geliştirilen öğretim planı veya materyallerin denendiği çalışmalar olarak isimlendirilmiştir.

2.1.1. Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konuları İle İlgili Öğrenci Görüşlerini ve Kavram Yanlışlarını İnceleyen Çalışmalar

Pinto, Couso ve Gutierrez (2005), 15-16 yaşlarındaki öğrencilere enerjinin değer kaybetmesini tanıtmak için enerji ile ilgili öğretimsel bir süreç geliştirmişler ve gönüllü 20 öğretmene, enerjinin değer kaybetmesi konusunu da içeren eğitim programı vermişlerdir. Araştırmacılar, enerjinin öğretilmesine enerjinin değer kaybetmesi kavramının eklenmesinin İspanyol okulları için bir yenilik olduğunu, İspanyol öğretmenlerin genellikle enerjiyi öğretirken enerjinin değer kaybetmesini öğretmediklerini belirtmektedirler. Öğretmenlerde olan yanlışların, öğrencilerin konuyu anlamasını zorlaştırması nedeniyle öğretmen yanlışlarını incelemeyi amaçladıkları çalışmalarında, geliştirdikleri öğretim planını uygulayan öğretmenlerin

derslerini izlemişlerdir. Çalışmalarında ortaya çıkan enerjinin değer kaybetmesi ile ilgili öğretmen kavramlarını aşağıda verilen alt başlıklar altında toplamışlardır:

- Öğretmenlerin öğrencilerine, enerjinin sadece korunmadığı zamanlarda değer kaybettiğini açıkladıkları yani korunumun tersi olarak değer kaybetmeyi aldıkları görülmüştür.
- Enerjinin değer kaybetmesi, enerjinin bir yerden başka bir yere geçişi olarak yorumlanmaktadır.
- Öğretmenler tarafından değer kaybetme kavramı; kullanılabilir iş yapma kapasitesi, bir kalite kaybı ile ilişkilendirilmemiş, miktar kaybı ile ilişkilendirilmiştir.
- Öğretmenler enerjinin değer kaybetmesi ile ilgili bir çok kavram kullanmalarına karşın iç enerjiden çok nadir söz etmişlerdir.
- Isı, sistemler arasında enerjinin bir aktarılma şekli olarak görülmemekte, bir enerji kaybetme süreci veya enerjinin kullanılabilirliğinin kaybolması süreci olarak görülmektedir (Enerji, ısı olarak kaybedilir gibi).
- Değer kaybetmiş enerji kavramının farklı bir enerji çeşidi olarak görüldüğünü ortaya çıkarmışlardır. Enerjinin kalitesindeki değişiklik, doğasındaki bir değişiklik olarak görülmektedir.

Öğretmenler tarafından, enerjinin değer kaybetmesinin anlamı kısıtlanmış veya olduğundan başka anlam verilmiştir. Aynı anda değer kaybetme veya korunumdan sadece birinin meydana geleceği görüşüne sahip oldukları görülmüştür.

Amaral ve Mortimer (2005), termokimya dersinde öğretim aşamasından sonra, öğrencilerin ısı, entropi ve kendiliğinden olma kavramlarına ilişkin kavramsal durumları hakkında bilinçli haberdarlıklarını yani verilen bir kavramın günlük ve bilimsel anlamlarını ayırt edebilme derecelerini incelemeyi amaçladıkları çalışmalarında, Brezilya'da 16-17 yaşlarındaki beş lise öğrencisi ile görüşmeler gerçekleştirmişlerdir. Öğrenciler görüşmeler sırasında sözlü olarak günlük hayattan örnekler verirken, yazılı değerlendirmede ise matematiksel bağıntılar yazmışlardır. Amaral ve Mortimer (2005), öğrencilerin entropi ve kendiliğinden olma kavramları

için farklı açıklamalar kullandıklarını, günlük deneyimlerle, bilimsel bilgiler arasında anlamlı bir ilişki kuramadıkları sonuçlarını ortaya koymuşlardır.

Danusso, Mangani ve Vicentini (2005), 40 fizik ve matematik öğretmeninden, verilen kavramlar arasındaki olası ilişkilerle ilgili düşüncelerini yazmalarını istedikleri çalışmalarında, öğretmenlerin entropi ile ilgili bir çok sorun yaşadıklarını ortaya çıkardıklarını belirtmektedirler.

Meltzer (2004), yönelttiği yazılı sorulara 653 üniversite öğrencisinin verdiği yanıtları ve 32'sinin görüşme sorularına verdiği yanıtları incelediği çalışmasında, üniversite temel fizik öğrencilerinin termal fizikteki temel konuları öğrenmeye ilişkin çoğu önemli güçlükler yaşadıklarını bulmuştur. Isı motorları, soğutucular ve termodinamiğin ikinci yasasına dayalı bir çözümlenmenin, bir çevrimsel süreç boyunca bir termodinamik sistem tarafından yapılan iş ve sisteme aktarılan sıfırdan farklı net ısıya önemli derecede bağlı olduğu düşüncesinin görüşme yaptığı öğrenciler arasında en zayıf anlaşılan nokta olduğunu ve çevrimsel sürece ilişkin bu güçlüğün, ısı ve işin temel özelliklerinin karıştırılmasından kaynaklandığını belirtmektedir. Ayrıca Meltzer (2004), deneyimli fizikçilerin otomatik olarak ve hatta bilinçsizce, örneğin bir eş sıcaklıklı süreç ve bir ısı deposunun tanımını yaparken zihinlerindeki boşlukları doldurduklarını, çok küçük ve bu nedenle ihmal edilebilir sıcaklık farklarını içeren modeli zihinlerinde tuttuklarını yani kendi bildiğini herkesin bildiğini düşünerek bazı önemli noktalara değinmediklerini ifade etmektedir. Ders kitabı tartışmalarının çok büyük bir miktarının bu ve benzer ideal süreçleri sadece çok üstünkörü ele aldıklarını, çalışmasından elde ettiği sonuçlara göre çoğu öğrenci için bunun yetersiz olduğunu iddia etmektedir.

Carson ve Watson (2002), entropi ve Gibbs serbest enerjisi hakkında öğrencilerin yaşadığı zorlukların ne olduğu ve bunların nereden kaynaklandığını bulmak amacıyla derinlemesine bir çalışma yapabilmek için İngiltere'de bir üniversitenin 100 kimya öğrencisinden 20'sini rasgele seçerek, öğretim öncesi ve sonrası olmak üzere iki kez görüşme yapmışlardır. Öğretimden önce gerçekleştirdikleri görüşmelerde, entropi kavramından ne anladıkları sorusunu

yönelterek, öğrencilerin çok sayıda alternatif kavrama sahip olduklarını ortaya çıkarmışlardır. Araştırmacılara göre, öğrenciler tarafından genellikle entropinin bir enerji çeşidi olduğu söylenmekte ve entropi bazen isimlerinin benzerliği nedeniyle entalpiyle karıştırılmaktadır. Öğretimden sonra entropi kavramının daha iyi bilindiğini ve bilimsel olarak kabul edilen kavramları kullanan öğrenci sayısının oldukça arttığını, özellikle daha fazla öğrencinin bir kimyasal reaksiyonun gerçekleşebilmesi için entropi değişiminin pozitif, Gibbs serbest enerjisindeki değişimin negatif olması gerektiğini bildiklerini, bir sistemin entropisinin artma yollarını öğrendiklerini belirtmektedirler. Çalışmalarında elde ettikleri ilginç bir sonuç, öğrencilerin konu ile ilgili bilimsel olarak kabul edilen açıklamalarındaki büyük artış kadar, alternatif kavramların sayısında da (36 dan 65 e) artış olduğunu belirlemeleridir. Carson ve Watson'a (2002) göre, çoğu öğrenci sistem ve çevresini net bir şekilde ayırt edememekte, bu da toplam entropinin arttığını anlayıp anlamadıklarının belirlenmesini güçleştirmektedir. Öğrenciler entropi değişimini hal değişimi ile ilişkilendirmeyi kolay bulmaktadırlar, entropi hakkındaki bazı basit görüşleri (maddelerin entropisinin katıdan sıvıya ve gazıya geçiş aşamalarında arttığı gibi) iyi bilmektedirler ve açıklamalarında başarılı şekilde kullanmaktadırlar.

Carson ve Watson (2002), yaptıkları öğretim öncesi ve sonrası görüşme analizlerinin sonuçlarından, öğrencilerin yanılgılarını şu dört başlık altında toplamışlardır: 1. Enerji çeşidi açıklamaları, 2. Entropiyi düzensizlik veya rasgelelik terimleriyle açıklama, 3. Entropi değişimlerini sadece hal değişimi ile açıklama, 4. Sistem ve çevresini karıştırma. Öğrenciler, entropiyi düzensizlik, kaos veya rasgelelik olarak tanımlamalarına karşın bu kavramların ne anlama geldiğini açıklayamamaktadırlar. Öğrenciler tarafından sistem ve çevresi çok sık karıştırılmakta, genellikle çevre görmezden gelinmektedir. Bu durum ise sistemden çevreye veya çevreden sisteme enerji aktarımının etkisini anlamalarında eksikliğe neden olmaktadır.

Sözbilir (2001), kimya bölümü öğrencilerinin iç enerji, entalpi, entropi ve Gibbs enerjisi gibi fiziksel kimya dersindeki termodinamik kavramlarına ilişkin yanılgılarını, bu yanılgıların kaynakları ile birlikte belirlemeyi ve sınıflamayı

amaçladığı niteliksel çalışmasını, Türkiye’de 3. sınıf fiziksel kimya öğrencileri üzerinde gerçekleştirmiştir.

Sözbilir (2003)’in, doktora tez çalışmasının entropi konusuyla ilgili kısmını yayınladığı makalesinde aktardığına göre, Selepe ve Bradley (1997) entropinin, sistemin düzensizliğiyle eşdeğer görüldüğünü ortaya çıkarmışlardır ve benzer sonuç Sözbilir’in (2001) çalışmasında da görülmüştür. Selepe ve Bradley (1997), entropinin sistemdeki düzensizliğin nedeni olduğu ve entropinin sistem üzerine iş yapıldığını gösterdiği yanlışlarını da ortaya çıkarmışlardır (Sözbilir, 2003).

Sözbilir (2003), ilk önce Ribeiro (1992) tarafından ortaya çıkarılan, “bir mikro durum küçük bir durumdur, entropiyle ilişkili değildir” yanlışına 2001 yılında gerçekleştirdiği kendi çalışmasında da rastladığını belirtmektedir.

Sözbilir’in (2003) aktardığına göre, Ribeiro (1992) tarafından üniversite öğrencilerinde şu üç yanlışın daha bulunduğu ortaya konulmuştur:

- Evrenin entropisi değişmez veya azalır.
- Bir sistem daima maksimum entropiye gider.
- Bir reaksiyonun entropi değişimi daima pozitifdir.

Ayrıca alanyazında verilenlerden farklı olarak, üniversite kimya öğrencilerinde şu üç yanlışın da Sözbilir (2001, 2003) ortaya çıkarmıştır:

- Entropiyi, çarpışma sayısı ve moleküller arası etkileşimlerle yanlış ilişkilendirme,
- Bir sistemin entropisi ile çevredeki entropi değişimini yanlış ilişkilendirme,
- Yalıtılmış bir sistemde kendiliğinden olan bir değişim için sistemin tamamının entropisi azalır veya değişmez görüşünü taşıma.

Sözbilir tarafından (2001, 2003), öğrencilerin düzensizlik ve kendiliğinden olma terimlerini anlamada güçlük çektikleri bulunmuştur. Öğrencilerin düzensizliği bazı durumlarda kaos, rasgelelik veya kararsızlık olarak anladıkları ortaya çıkmıştır. Düzensizlik ve entropi diğer durumlarda eş anlamlı olarak ele alınmaktadır.

Kendiliğinden olmayı ise rasgele hızlı bir hareket veya yönlendirilmemiş bir eylem olarak düşünmekte oldukları görülmüştür. Öğrencilerin kavramsal anlamaya eşlik eden problemleri çözmek için bağıntı kullanma eğiliminin yanlış anlamalara neden olduğu görülmüştür. Görsel düzensizlik ve entropiyi ayırt etmede de öğrencilerin güçlük çektiği bulunmuştur. Bunun büyük olasılıkla ders kitaplarında kullanılan benzetmelerden (analoji) ve yapılan tanımlar ile öğretim sırasında kullanılan benzetmelerden kaynaklandığını Sözbilir (2003) belirtmektedir.

Öğretmen tarafından entropinin düzensizliğin bir ölçüsü olarak sunulmasının öğrencilerin kafasını karıştırdığı ve yanlış anlamaya yol açtığı Sözbilir (2003) tarafından söylenmektedir. Sözbilir (2003)'in aktardığına göre; Lambert (1999, 2002) ise düzensizlik kavramını kullanarak entropiyi öğretmekten kaçınılması gerektiğini, bunun öğrencilerin entropiyi kavramsallaştırması ve görselleştirmesine yardımcı olmadığını belirtmektedir.

Sözbilir (2003), alanyazın incelemesinin lise ve üniversite öğrencileri tarafından entropinin anlaşılmasının zor bulunduğunu gösterdiğini, çoğu durumda öğrencilerin anlamalarının sınırlı, çarpık ve yanlış olduğunu, güçlüklerin termodinamikteki denklemlerin yanlış yorumlanmasından ve öğrencilerin mevcut bilgileriyle yeni bilginin yeterli şekilde birleşmemesinden kaynaklandığını belirtmektedir. Sözbilir (2003), bilimsel terimlerin günlük anlamlarının, öğrencilerin yorumlarında baskın olduğunu, öğretmenlerin öğrenciler tarafından kavramların doğru ve bilimsel anlamlarının öğrenildiğini ve hem günlük hem de kuramsal durumlara bunların uygulandığını kontrol etmelerinin gerekli olduğunu söylemektedir.

Kaper ve Goedhart (2002b), Amsterdam Üniversitesi Kimya Bölümü birinci sınıf öğrencilerinin termodinamik derslerini teyp kaydına alarak bazı öğrenci yanılgılarını belirledikleri, öğrencilerin kullandığı dili bilimsel dile dönüştürebilmenin yollarını aradıkları ve enerji çeşitlerinin termodinamik öğretimi için bir başlangıç noktası olarak kullanılabileceğini önerdikleri çalışmalarında, durum fonksiyonlarının anlaşılmadığını ve bunun enerjiyle ilgili yetersiz yanıtlara,

tam bir çevrim gerçekleştiren bir ısı makinesinin entropi değişimi hakkında yanlış kestirime yol açtığını; ayrıca bir ders saatini entropinin bir durum fonksiyonu olduğu konusuna ayırmanın, çoğu öğrenci için bir zaman kaybı olarak görüldüğünü söylemektedirler. Öğrencilerin durum fonksiyonlarını anlamamalarının, bütün nicelikleri yola bağımlı olarak ele almalarına yol açtığını, aslında yola bağımlı niceliklerin durum fonksiyonlarından daha iyi anlaşılmadığını da belirtmektedirler. (Bir durum fonksiyonu sadece sistemin durumuna bağlıdır, bu nedenle bir durum fonksiyonunun net değişimi, başlangıç ve bitiş durumları aynı olan her süreç için sıfırdır. Bu özellik durum fonksiyonlarını diğer niceliklerden ayırt etmek için kullanılır.)

Trumper, Raviolo ve Shnersch (2000), İsrail ve Arjantin'de ilkokul öğretmeni olmak için öğrenim gören öğrencilere iki bölümden oluşan yazılı bir ölçek uygulayarak iki ülke arasındaki ve her ülkenin 1. ve 2. sınıf öğrencileri arasındaki farka ve benzerliklere bakmışlardır. Araştırmacılar, enerji kavramını ve kabul edilen bilimsel kavramları anlamada her iki ülke öğrencileri arasında büyük fark olduğunu bulmuşlardır ve çalışmalarında birtakım öğrenci yanılgılarına yer vermişlerdir. Çalışmalarında hem İsrail hem de Arjantin öğrencilerinin, bilimsel olarak kabul edilen kavramlara ek olarak veya onlara karşın, fiziksel durumları tanımlarken bir çok farklı alternatif çatılar kullandıklarını öne sürmektedirler.

Araştırmacılar, her iki ülke öğrencilerinin de birtakım yanılgılarının bulunduğu, çoğunun enerjiyi somut bir nicelik olarak düşündüklerini, enerjinin korunumu görüşünü kabullenmedikleri, çoğu İsrail öğrencisinin enerjinin değer kaybetmesini (entropinin artmasını) kabullenmedikleri, çoğu Arjantin öğrencisinin ders sonunda kabul etmiş gibi gözükmesine karşın karmaşa yaşadıkları, her iki gruptan çoğunun enerji ve kuvvet kavramını karıştırdığı, çoğu İsrail öğrencisinin enerjiye bir şey yapmak için gereksinim duyulduğu görüşünde olmasına karşın çoğu Arjantin öğrencisinin bunu reddettiği sonuçlarını bulmuşlardır.

Trumper ve diğer. (2000)'e göre; Trumper, 1998 yılında yapmış olduğu bir çalışmada lise öğretmeni olmaya çalışan çoğu fizik öğrencisinin enerjinin değer kaybetmesi görüşünü kabul etmediğini bulmuştur.

Thomas (1999), kendiliğinden olma, Gibbs enerjisi, termodinamiğin birinci yasası ve tersinirlik, ısı, iş, entalpi, termodinamiğin ikinci yasası ve entropi ile denge konularında öğrenci kavramlarını açığa çıkarabilmek amacıyla, farklı sınıflardaki üniversite fiziksel kimya öğrencilerinden 16'sı ile dönemin sonuna doğru ilgili konular işlendikten sonra klinik görüşmeler gerçekleştirmiştir. Öğrencilerin yedisi termodinamiğin ikinci yasasının, *sistemin* entropisinin kendiliğinden olan bir değişimde artması gerektiği anlamına geldiğine inanmaktadır. Bilindiği üzere, sistem ve çevrenin toplam entropisi daima artar; sadece sistemin entropisi artabilir, azalabilir veya aynı kalabilir. 16 öğrenciden beşi ise ikinci yasayı hatırlayamamıştır. Thomas'ın (1999), entropi ile ilgili ortaya çıkardığı öğrenci yanılgıları ve güçlükleri şunlardır:

- Makroskobik açıdan entropi değişiminin temel denklemi olan $\Delta S = q_{\text{tersinir}}/T$ den entropideki makroskobik bir değişikliği tanımlarken söz edilmemektedir.
- İkinci yasaya göre, *sistemin* entropisi mevcut değişim için artmalıdır.
- Termodinamiğin ikinci yasası hatırlanamıyor.
- Bazı gerçek kimyasal değişimler tersinirdir.

Thomas (1999), ısı, tersinir değişim, entropi ve denge gibi termodinamik kavramlarının, görüşme yapılan öğrencilerin önemli kısmı tarafından günlük dillerine göre tanımlandığını, sekiz öğrencinin (N=16) termodinamik olarak tersinir değişimi tanımlamak için tersinir kelimesinin günlük anlamını sistemin dengeye ulaştıktan sonra başlangıç durumuna dönmesi şeklinde kullandıklarını, bununla birlikte bilimsel anlamına göre, termodinamik olarak tersinir bir değişimin, çevrede çok küçük değişimler yapılarak herhangi bir noktada yönü tersine çevrilebilen olduğunu vurgulamaktadır.

Thomas ve Schwenz (1998), denge ve çoğu temel termodinamik kavramı üzerine öğrenci yanılgılarını belirlemek amacıyla yedisi birinci sınıftan, yedisi ara

sınıflardan ve ikisi mezun olan 16 gönüllü üniversite fiziksel kimya öğrencisi ile yapılandırılmış uzun görüşmeler gerçekleştirmişlerdir.

Çalışmalarında belirttikleri, ikinci yasa ve entropi ile ilgili ortaya çıkan yaygın öğrenci yanılgıları ise şunlardır (Thomas ve Schwenz, 1998):

- Termodinamik anlamda tersinirliğin anlaşılmadığını belirtmektedirler.
- Termodinamik olarak tersinir değişim, bir reaksiyonun ileri veya geri gerçekleşebildiği kimyasal denge açısından tersinirliğin tanımlanmasıyla açıklanmaktadır.
- Termodinamik olarak tersinir değişim, sistemin zaten ulaşmış olduğu dengeden sonra başlangıç durumuna dönmesi anlamındadır.
- Makroskobik açıdan entropideki değişim için temel denklem olan $\Delta S = \frac{q_{\text{tersinir}}}{T}$ den, entropideki makroskobik bir değişim tanımlanırken söz edilmemektedir.
- İkinci yasaya göre, *sistemin* entropisi mevcut değişim için artmak zorundadır.
- Bazı gerçek kimyasal değişimler tersinirdir.

Thomas ve Schwenz (1998), günlük dil ve örneklerin kullanılmasının hem olumlu hem de olumsuz durumlar oluşturduğunu, çalışmaları ile önceki deneyimlerini ilişkilendirmeye çalışan öğrencilerin sözcüklerin günlük konuşma ve bilimsel söyleyişlerde farklı anlamlarının olduğunu fark etmeyebildiklerini belirtmektedirler. Görüşme verileri, çoğu durumda öğrencilerin temel kavramları anlamalarının sınırlı, çarpık, yanlış veya tamamıyla kayıp olduğunu göstermiştir.

Patron (1997), iç enerji, entalpi, ısı kapasitesi, entropi ve Gibbs serbest enerjisi konularında üniversite fiziksel kimya öğrencilerinin kavramlarını incelemek için niteliksel bir yaklaşım kullandığı çalışmasında, öğrencilerin fene, fiziksel kimyaya ve termodinamiğe bakış açısını da incelemiştir. Dördü mezun durumda ve lisans üstü öğrenim gören, beşi henüz üniversiteden mezun olmamış toplam dokuz öğrenci ile çalışmış, verilerini görüşmeler yaparak elde etmiştir. Ayrıca araştırmacı, uzman öğretmenler tarafından verilen dersleri izlemiştir.

Patron (1997), öğrencilerin termodinamiği soyut bir bilim olarak tanımladığını, matematiksel denklemleri ve türevleri termodinamiğin temel bir ögesi olarak gördüklerini belirtmektedir. Patron'a (1997) göre; öğrenciler zayıf kavramsal yapıya sahiptir. Daha önemli kavramları tanımlayabilmelerine ve aralarındaki bağlantıları anlayabilmelerine karşın önemli kavramları daha az önemli kavramlardan ayırmada güçlük çektiklerini, örneğin serbest enerji ile entropi arasındaki ilişkiyi göremediklerini belirtmektedir. Öğrenciler dersin bitiminden bir kaç hafta sonra dersin yapısını ve temel kavramlarını hatırlamakta güçlük çekmişler ve hatta bazı öğrenciler dersin bitiminden bir kaç hafta önce temel görüşleri hatırlamada güçlük çekmişlerdir. Öğrenciler termodinamik bağıntılarla ilgili çok sınırlı niteliksel anlamaya sahiptirler, bu bağıntıları soyut ve matematiksel görmektedirler ve matematiksel sunumları fiziksel kavramlarla ilişkilendirmekte güçlük yaşamaktadırlar. Patron (1997); önemli görüşler arasındaki ilişkilerin derste her zaman vurgulanmadığını, tartışıldıklarında sözlü olarak ve genellikle kısaca açıklamalar yapıldığını, öğrencilerin genellikle anlamadığını ve bu açıklamaların önemini fark etmediğini belirtmektedir. Ayrıca, öğrencilerin sınıfta zamanlarının büyük bir kısmını profesörün tahtaya yazdığı denklemleri defterlerine yazmakla geçirdiğini, profesörün sözlü nitel açıklamalarını not almadıklarını ve öğrencilerin defterlerine yazdığı matematiksel simgelerin onlar için profesörünki ile aynı anlama sahip olmadığını belirtmektedir. Patron'un (1997) belirttiğine göre; matematikte usta olan bazı öğrenciler, termodinamik matematiğinde ciddi güçlüklerle sahiptir. Sistem, sınırlar, çevre, adyabatik ve kapalı gibi terimler genellikle dersin girişinde tanımlanır. Çoğu öğrenci bu terimlerin soyut tanımlarını standart problemleri çözme amacıyla uygulayamamışlardır. Öğrencilerin, örneğin gaz genişmelerini içeren problemler ve entropi değişimi hesaplamalarını içeren problemlerle ciddi güçlükler yaşadıklarını rapor etmektedir. Çalışmasında, iş, iç enerji, ideal gaz modeli, entalpi ve ısı kapasitesi konularında öğrencilerin birtakım yanılgılara sahip olduğunu rapor etmiştir. Patron (1997), eğer öğrenciler matematiksel olarak değil de niteliksel olarak anlamlandırmaya yardım ile yöneltilirlerse, niteliksel bir fiziksel açıklamaya ulaşabileceklerini söylemektedir. Çalışmasında çıkan son önemli sonuç ise mezun öğrencilerin, okuyan öğrencilerin çoğu güçlüğünü yaşamakta olmasıdır.

Kesidou ve Duit (1993), tersinmezlik, enerjinin değer kaybetmesi ve düzensizliğe olan eğilim konularını da içeren, fizik derslerine ikinci yasanın temel görüşlerini katmanın olanaklılığını araştırmayı ve bu yasanın temel görüşlerini verebilmek için öğretimde küçük veya çok daha büyük genişletme ve düzenlemelere gereksinim olup olmadığını araştırmayı amaçladıkları niteliksel bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada, Almanya'da dört yıldır fizik öğretimi almakta olan 10. sınıftan (15-16 yaş) 34 öğrenci ile klinik görüşmeler gerçekleştirmişlerdir. Çalışmanın sonuçları, enerji kavramı, tanecik modeli, ısı ve sıcaklık arasındaki ayrım hakkında bazı öğrenci yanılgıları ile ilgili diğer çalışmalarda bulunan sonuçları desteklemekte ve derinlemesine ele almaktadır. Ayrıca, yeni bir alanda termodinamiğin ikinci yasası konusunda öğrencilerin niteliksel kavramlarını ortaya çıkarmıştır.

Klinik görüşmelerde, öğrencilere kartlar üzerine çizilmiş bazı durumlar sorulmuştur. Kartlarda gösterilen malzemeleri öğrencilere verdiklerini ama deneylerin gerçekleştirilmediğini, bir görüşme rehberi izlediklerini fakat ilgilerini çeken öğrenci görüşlerini izleme olanaklarının da olduğunu belirtmektedirler.

Çalışmalarında bir ortamda salınan bir sarkacın bir süre sonra neden durduğu sorusunu öğrencilere yöneltmişlerdir. 34 öğrenciden sadece dördü kinetik enerjinin, çevredeki havaya ısı enerjisi olarak aktarıldığını söylemiştir. 10 öğrenci açıklamalarında enerji dönüşümüne yer vermeden kinetik enerjinin havaya verildiğini belirtmiş, süreç sırasında meydana gelen ısınmayı fark eden çoğu öğrenci, bu durumu sarkacın enerji kaybetmesi veya enerji dönüşümü ile ilişkilendirmemiştir. Kesidou ve Duit (1993), enerjinin süreçlerde kullanılıp bitirildiğinin yaygın bir görüş olduğunu söylemektedir.

Öğrencilerin, ısı enerjisinin kinetik enerjiye dönüşebileceği ile ilgili düşüncelerinin de çok sınırlı olduğu bulunmuştur. Isı enerjisinin genellikle ve sadece sıcaklık değişimlerinin bir nedeni ve hareketin ise sadece kinetik enerjinin bir etkisi olarak göz önüne alındığı ortaya konulmuştur.

Çalışmalarında tersinmezlikle ilgili öğrenci görüşlerini ortaya çıkarmak için, öğrencilere sıcaklıkları farklı iki cisim değiştirildiklerinde gerçekleşen olaylar hakkındaki görüşlerini sormuşlardır. Öğrencilerin ikinci yasa hakkındaki bilgilerini ortaya çıkarabilmek amacıyla, bu olayın tersi yani termal dengeden aralarında bir sıcaklık farkı olması durumunun gerçekleşip gerçekleşmeyeceği sorusu yöneltildiğinde, öğrencilerin hiçbirinin sıcaklık farkının kendiliğinden olabileceğini düşünmedikleri görülmüştür. Ne varki bu çalışmada ortaya çıkarılan şey, öğrencilerin tersinmezlikle ilgili düşüncelerinin bilimsel temelli olmayıp, günlük yaşamdaki bir çok olaydan kaynaklanmasıdır. Benzer şekilde sarkaç salınımlarının tersine döndürülebileceğini yani sarkacın çevresindeki havadan ısı alarak salınma başlayacağını hiçbir öğrencinin düşünmediği, yine bunun altında yatan temel düşüncenin, fizikçilerinkinden çok uzak olduğu, öğrencilerin sadece böyle bir şeyin gerçekleşmeyeceği düşüncesine inandığı ortaya çıkmıştır.

Kesidou ve Duit (1993), öğrencilerin çoğunun olayların kendiliğinden sadece bir tek yönde gerçekleştiğini biliyor gözüktüğünü ama açıklamalarının bilimsel temelli olmadığını ve neden-sonuç düşüncesinin baskın olduğunu, örneğin havada serbest bırakılan bir taşın, bunu açıklamak için verilebilecek bir örnek olduğunu belirtmektedir. Öğrencilerin açıklamasına göre, taş yer çekimi kuvveti nedeniyle düşer, düşmek onun doğasında vardır. İlk yüksekliğine dönemez, çünkü etken (burada yukarı doğru bir kuvvet) yoktur. Bu açıklamalarda ilginç nokta, öğrencilerin olaya enerji etkileşimi ve enerjinin korunumu açısından hiç bakmamış olmalarıdır. Yani öğrencilerin potansiyel enerjinin önce kinetik enerjiye dönüşmesi ve bu kinetik enerjinin ısı enerjisine dönüşmesinden; ayrıca termodinamiğin ikinci yasası nedeniyle ısı enerjisinin (kullanılabilirliği düşük enerji), potansiyel enerjiye (kullanılabilirliği daha yüksek enerji) dönüşmeyeceğinden söz etmedikleri görülmüştür. Öğrenciler olayların kendiliğinden tek yönde gerçekleşmesini şöyle açıklamışlardır: Olaylar kendilerini etkileyen belli amaçlara ulaşmak için çabalarlar.

Çalışma ile, öğrencilerde enerjinin değer kaybetmesinden daha çok, kullanılıp bitirildiği görüşünün yaygın olduğu ve bu görüşün altında sezgi yolu ile anlaşılan günlük olayların yattığı görülmüştür.

Kesidou ve Duit (1993), düzensizliğe olan eğilim yani entropi artışı hakkında öğrenci görüşlerinin çok sınırlı olması nedeniyle yeterince sorgulayamadıklarını belirtmektedirler. Bazı öğrenciler, enerjinin kaybolduğunu düşündükleri için, onlara ‘bu olayın tersi gerçekleşebilir mi?’ diye sormalarının olası olmadığını, öğrenci ısı enerjisine dönüştüğünün farkında olmadığı için, ısı enerjisi geri verilerek olay tekrarlanabilir mi diye sormadıklarını belirtmektedirler. Ayrıca, öğrencilerin kinetik enerjinin ısı enerjisine dönüştüğü ile ilgili olayları ve bu dönüşümün tersini açıklamada güçlükleri olduğunu ortaya çıkarmışlardır.

Kesidou ve Duit (1993), tersinmezliğin bilimsel açıdan anlaşılabilmesi için termik denge ve enerji dönüşüm süreçlerinin yeterli biçimde anlaşılması gerektiğini belirtmektedirler. Düşük düzeydeki sınıflarda termodinamiğin ikinci yasanının temel kavramlarının öğretilmesinin mümkün olduğunu söylemektedirler. Isının kendiliğinden sadece bir sıcaklık farkı olduğunda iletildiğini daha iyi anlamaları için, tersinmezlik kavramının verilmesinin yararlı olabileceğini, çünkü termik dengeden sonra sıcaklık farkının kendiliğinden oluşmayacağını, tersinmezlik düşüncesinin vurguladığını belirtmektedirler (Eğer sıcaklık farkı kendiliğinden meydana gelseydi, ısı ters yönde de iletilebilirdi).

Ayrıca makalelerinde, öğrencilerde enerji kavramını geliştirmede enerjinin değer kaybetmesi yani kullanılabilirliğinin azalması görüşünün önemli bir rol oynaması gerektiğini, tersi durumda enerjinin kullanılabilirliğinin azalmasının baskın etkisi olduğu günlük deneyimleri anlamalarının pek olası olmadığını belirtmektedirler. Geleneksel fizik öğretiminde verilen enerji kavramının bazı eksiklikleri olduğunu ve enerjinin kullanılabilirliğinin azalması görüşünün eğer enerjinin korunumuyla birlikte verilirse bu eksiklikleri gidermeye yardımcı olabileceği görüşünü savunmaktadırlar.

Kesidou ve Duit’e (1993) göre, ikinci yasanın temel görüşleri şunlardır:

a) Doğada tersinmezlik ve asimetri: Bütün gerçek olaylar kendiliğinden sadece tek yönde gerçekleşir. Isı kendiliğinden sadece sıcak bir cisimden, daha soğuk olana doğru seyahat eder. İşi ısıya çevirme işlemi belli bir sıcaklıkta meydana

gelebilirken, kimse işi geri alabilmek için olayı tersine çeviremez. b) Enerjinin değer kaybetmesi yani kullanılabilirliğinin azalması: Gerçek dünyada meydana gelen her olayda, enerji değer kaybeder. Evren, madde ve enerji dağılımında bile, bilgi kaybına ve düzensizliğe doğru bir eğilim gösterir.

Ayrıca Kesidou ve Duit (1993), genellikle ikinci yasanın yıkıcı yönünün vurgulandığını, oysa yapıcı bir yönünün de olduğunu, yeni yapıların yaratılışının ikinci yasaya aykırı oluşmadığını, onun yardımıyla oluştuğunu belirtmektedirler. Kesidou ve Duit (1993)'e göre; Atkins (1983) bu görüşü çok açık bir şekilde belirtmiştir: Doğanın yapısı bozulmaktadır fakat bozulma yaratılışı yönlendirir.

Pinto Casulleras (1991), termodinamiğin birinci ve ikinci yasaları hakkında öğrenme zorlukları ile ilgili doktora tezinde, 11-12 yaşlarındaki 100 öğrenci, 141 üniversite birinci sınıf, 40 üniversite fizik 3. sınıf öğrencisine yazılı ölçekler yönelterek deneysel bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmasında, enerjinin korunumu ve enerjinin değer kaybetmesinin yanlış anlaşıldığını, ısı ve sıcaklık kavramlarının, birbiriyle olan ilişkilerinin, farklarının ve enerjiyle olan ilişkilerinin yüzeysel anlaşılmasından kaynaklanan karıştırmalar olduğunu, meydana gelen doğal olayların yönünü açıklamak için termodinamiğin ikinci yasasını kullanmada büyük zorluklar olduğunu, entropinin günlük olayları açıklamada kullanılamayan soyut bir kavram olarak görüldüğünü, öğrenci zihninde kavramların ilişkisiz olduğu ve tersinmezlik kavramının ikinci yasayla ilişkili görülmediğini belirtmekte, ikinci yasayı bilimsel olarak açıklamada kullanılan farklı tanımların öğrenci zihninde ilişkilendirilecek şekilde öğretilmediği eleştirisini yapmaktadır.

Thomas (1999)'ın aktardığına göre; Granville (1985), aslında sadece italik harflerle yazılan özel koşullar altında doğru olan aşağıdaki tanımları, kimyasal termodinamik öğrencilerinin çoğunun genellikle doğru kabul ettiğini bulmuştur.

- $\Delta S=0$ (adyabatik bir süreç için). *Bu sadece tersinir süreçler için doğrudur.*
- $\Delta S>0$ (kendiliğinden olan bir süreç için). *Bu sadece DS hem sistem hem de çevrenin toplam entropi değişimini tanımladığında doğrudur.*

Solomon (1982) makalesinde, enerji krizini anlamada hayati önem taşıyan enerjinin değer kaybetmesinin öğretilmesine bir öneri getirmektedir. Bir öğrencisinin (ortaokul), enerji krizinin olmayacağı, çünkü enerjinin yaratılamayacağı ve yok edilemeyeceği, sadece şekil değiştirebileceğini yazdığını belirtmektedir. Yapılan sınıf tartışmalarının, öğrencilerin enerjinin değer kaybetmesi görüşünü üretmek için hazır olduklarını gösterdiğini, başlangıçta kullanışsız enerjii atmosferde veya uzaya yayılan ısı, ışık ve ses ile bir tutarak konuştuklarını, sürtünmeyle açığa çıkan ısının bir makineyi çalıştırmak için yetersiz olacağı gibi sezgisel düşüncelere de sahip olduklarını belirtmektedir. Andrews'un (1971) Termodinamik kitabında tanımladığı gibi, "Bütün enerjiler, bir kısmının yararsız olduğu aynılığa doğru değişim gösterirler." açıklamasının, ikinci yasa için sezgisel olarak doğru ve kullanımı kolay şekli olduğunu belirtmektedir.

Johnstone, MacDonald ve Webb (1977), İskoç Eğitim Sertifikası almak için çalışan üst düzey kimya öğrencilerine uyguladıkları ölçek sonuçlarına göre, öğrencilerin entropi kavramını ya hiç bilmediği ya da çok az bildiğini ortaya çıkarmıştır. Yaklaşık olarak dört öğrenciden biri sistem ve çevresi arasında net bir ayırım yapamamaktadır. Entropi, genel olarak öğretim programının gerektirdiğine uygun olarak bir düzensizlik ölçüsü olarak yorumlanmaktadır. Johnstone ve diğer. (1977), bu durumun düzensizliğin nasıl yorumlandığına bağlı olarak kavramsal bakımdan doğru veya yanlış olabileceğini belirtmektedir. Ne yazık ki, soruları öğretim programı içeriği nedeniyle kısıtlandığı için, ölçeklerinin entropinin üstün özelliklerini çok derinlemesine araştırmadığını, entropinin fende muhtemelen en araştırmaya değer konulardan biri olduğunu belirtmektedirler. Ayrıca çalışmalarında, öğrencilerde entropi ve kinetik enerjii karıştırma eğilimi ortaya çıkmıştır. Örneğin, öğrencilerden oda sıcaklığında gerilmiş bir lastik bandın serbest bırakılınca büzülmesi durumu sorulduğunda ve lastiğin büzüldüğünde entropisinin arttığı bilgisi verildiğinde, her iki öğrenciden biri lastiğin sıcaklığının artması gerektiğini söylemiştir. Bu nedenle, öğrenciler tarafından entropideki artışın sıcaklıktaki artışa eşit görüldüğünü, bunun belki de düzensizliğin yanlış kavramsallaştırılmasından kaynaklanmış olabileceğini belirtmektedirler. Çalışmada, düzensizliğin çoğunluk tarafından kaos olarak yanlış yorumlandığı da görülmüştür.

Meltzer (2004)'in aktardığına göre; Amerikalı öğrencilerin, termodinamiğin ikinci yasası ve entropi kavramlarını anlamalarına ilişkin bir çalışma Pushkin (1995) tarafından yapılmıştır.

Buraya kadar değinilen çalışmalar, termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularında ortaöğretim ve lisans öğrencilerinin öğrenme güçlükleri ve kavram yanlışlarına ilişkin yurt dışında gerçekleştirilmiş çalışmalardır. Öğrencilerin ilgili konularda bir çok öğrenme güçlüğü yaşadığı ve bir çok kavram yanlışına sahip olduğu bu çalışmalardan anlaşılmaktadır. Termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularında, öğrenciler üzerinde gerçekleştirilmeyen, konuların öğretimi amacıyla içerik, materyal, öğretim programı vb. açılarından önerilerde bulunan çalışmalara sonraki kesimde değinilecektir.

2.1.2. Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konularının Öğretimi İle İlgili Önerilerde Bulunan Çalışmalar

Kincanon (2004) makalesinde; geliştirmiş olduğu, bir odada bulunan gaz parçacıklarının dağılımının değiştirilebildiği ve tanecik sayısı ile entropinin nasıl değiştiğinin incelenebildiği bir bilgisayar benzeşimini tanıtmakta, mikro durum ve makro durumu tanımlamakta, entropi tanımını istatistiksel açıdan vermektedir.

Kozliak (2004) makalesinde, üniversite fiziksel kimya dersinde entropi kavramının verilmesinde moleküler bir yaklaşım önermektedir. Araştırmacı, öğrencilerin genellikle, ısı aktarımını içeren termal entropi ile gazların yayılması ve karışmasında kendini ortaya koyan konuma bağlı entropi şeklinde iki entropi olduğuna inandıklarını belirtmektedir.

Bindel (2004), entropi analizi ünitesinin nasıl verilmesi gerektiği konusunda lise öğretmenlerine önerilerde bulunduğu makalesinde, 15 yıldır lise kimya derslerinde (Pomona lisesi, Arvada, Colorado, USA) bu üniteyi öğrettiğini, bu ünitenin yıllardır lise öğrencilerine verildiğini, ünitenin entropi kavramı, termodinamiğin ikinci yasasını ve bu kavramları geliştirmek için kullanılan

kendiliğinden olma, evrenin ısıl ölümü, zamanın yönü, tepkime derecesi, termodinamik denge ve kendiliğinden gerçekleşmeyen tepkimeler gibi karmaşık kavramları içerdiğini belirtmektedir. Ünite; herbiri 50 dakikalık 16 ders boyunca işlenmektedir. Bindel, lise kimya öğretmenlerinin çoğunun, geçmiş bilgileri geleneksel olduğu için, entropi analizi ünitesinde ya çok az bilgiye sahip oldukları ya da hiç olmadıkları, bu durumun da onları entropi analizi ünitesini öğretirken isteksiz olmaya ve daha az etkinlik kullanmaya ittiğini ileri sürmektedir.

Liberko (2004), entalpi, entropi ve kendiliğinden olma gibi termodinamik konularının öğretiminde, öğrencilerin ilgisini çekecek kurgusal bir tartışma konusunu ve yanıtlarını çalışmasında sunmaktadır.

Cannon (2004) çalışmasında, Legendre dönüşüm denklemlerinin entropi de içinde olmak üzere önemli termodinamik kavramlarının gösterilmesinde kullanılabileceğini önermektedir.

Cox, Belloni, Dancy ve Christian (2003), ideal gaz taneciklerinin dinamiğini ve motor devirlerini görselleştirmesi ile gazların kinetik kuramıyla ilgili termodinamik kavramlarının öğrenilmesinde öğrencilere yardımcı olması amacıyla geliştirilen bir java uygulaması olan Physlets'i makalelerinde tanıtmaktadırlar.

Mulaj, Mulaj ve Topallı (2003) çalışmalarında, basınç, ısı, iş ve entropi gibi temel termodinamik niceliklerin yorumlanmasında moleküler açıdan yeni bir niteliksel yaklaşım önermektedirler. Entropinin sıcaklıkla değişiminin, mikro durumların gerçekleşme frekansının değişimi şeklinde yorumlanabileceğini önermektedirler.

Kaper ve Goedhart (2002a), ortaöğretim okullarında kullanılan ders kitaplarındaki termodinamik kavramları inceleyerek, kavramların nasıl birbirinden farklı ve bazen yanlış verildiğini vurguladıkları çalışmalarında, günlük dilden başlayıp bilim dilinde son bulan bir orta yol dilinin kullanılmasını önermektedirler. Araştırmacılara göre; günlük dilde enerjinin korunumu, enerjiyi israf etmeme

anlamında kullanılmaktadır, bu ise evrenin enerjisinin sabit kaldığı anlamına gelmemektedir. Bir yayın sıkıştırılması durumu, ortaöğretim okullarında yayın esneklik enerjisi kazandığı söylenerek tanımlanabilmektedir. Termodinamikte ise, toplam veya iç enerjinin arttığı söylenir. Enerji çeşitleri ayırt edilmediği için bir sistem içindeki enerji dönüşümlerinden söz etmek anlamsız olmaktadır. Termodinamikte ise, enerjinin bütün değişimleri ‘aktarım’ yönünden tanımlanır. Araştırmacılar, bu anlatımla, öğretimde yapılan çelişkileri eleştirmektedirler.

Rosen’in (2002) aktardığına göre; John Dixon (1975) kitabının önsözünde, entropinin ikinci yasanın en önemli ve yararlı yönü olmadığını, ikinci yasanın enerjinin değer kaybetmesi yani yararlı mevcut iş kaybı kavramına gerek duyduğunu söylemektedir. Bu nedenle kitabında ikinci yasayı enerjinin değer kaybetmesi kavramıyla tanımlamaktadır. Rosen (2002) makalesinde, kullanılabilen enerji (ekserji: bir sistemden elde edilebilecek maksimum iş; ayrıca Jones ve Dugan (2003: 428), kullanılabilen enerjiyi, faydalı işe dönüştürülebilen enerji olarak tanımlamakta ve ekserji de dendiğini belirtmektedirler.) kavramının kullanılmasının ikinci yasa ve entropiyi daha açık ve anlaşılabilir yapacağına inandığını belirtmektedir.

Schoepf (2002), temel fizik dersi düzeyi için, entropinin istatistiksel tanımının geliştirilebileceği bir yol olduğunu söylediği, eşit aralıklı enerji düzeylerine dayalı bir modeli makalesinde tanıtmaktadır.

Means (2002), ikinci yasanın mevcut açıklamalarının bazı eksikliklerini tartıştığı çalışmasında, ikinci yasanın günümüze kadar gelen bütün bağıntılarıyla ilgili problemin, yeterince iyi tanımlanmamış olmaları olduğunu savunmaktadır.

Lieb ve Yngvason (2000), entropinin nasıl verilmesi gerektiğini tartıştıkları makalelerinde, entropinin varlığının ve artışının istatistik mekanik veya ısı makinelerine değinilmeden de anlaşılabilirliğini savunmakta ve entropiyi bu kavramlara dayandırmadan matematiksel sembol ve kavramlarla tanımlamaktadırlar. “<” sembolünü ilerleme anlamında kullanmakta ve eğer $X < Y$ ise daima $S(X) < S(Y)$

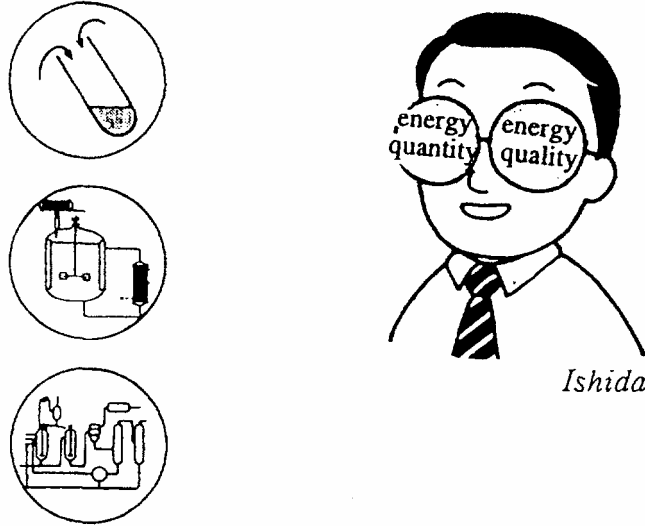
olur, ya da tersi olur şeklinde entropiyle ilgili yeni bir tanımlama önermektedirler. Ayrıca tersinmezliğin, nedenini bilmeden de anlaşılabilirliğini belirtmektedirler.

Lieb ve Yngvason (1999), termodinamiğin ikinci yasasının fiziği ve matematiği isimli 96 sayfalık raporlarında, konunun ve ilgili kavramların öğretilmesine ilişkin geliştirmiş oldukları ders notlarını sunmaktadırlar.

Ishida ve Chuang (1997) makalelerinde; termodinamiğin, maddenin, sürecin ve sistemin termodinamiği olmak üzere üç bölümden oluştuğunu, birinci ve ikinci yasaların daha kolay tanımlanmasını sağlayan ısı kaynağı (heat source), ısı deposu (heat sink), iş kaynağı (work source) ve iş deposu (work sink) kavramlarını tanıttıkları ve ayrıca entalpi değişimi ile entropi değişimi arasındaki ilişkiyi bir grafikte verdikleri yeni bir termodinamik öğretim planını sunmaktadırlar. Makalelerinde doğal olaylara enerjinin hem niceliği hem de niteliği yönünden bakılması gerektiğini vurgulayan Şekil 2.1'de gösterilen hoş bir karikatüre de yer vermişlerdir.

Şekil 2.1

Ishida'nın Doğal Olaylara Bakış Açısı



Ferbar (1995) çalışmasında, entropi de içinde olmak üzere bazı termodinamik kavramların nasıl ve hangi önemde verilmesi gerektiğini tartışmaktadır. Araştırmacı, öğrencilerin enerji ve momentumla mekaniği öğrenseler bile, hala niçin bir maddenin işe sahip olamayacağını anlamamış olabileceklerini, bu

nedenle üçüncü bir nicelik olarak entropiye gerek duyulduğunu belirtmektedir. Termal etkileşimin öğretiminde, ısı aktarımlarına değinmek yerine entropi değişiminden ve sıcaklıktan söz etmenin daha anlaşılır olacağı savunmaktadır.

Wanderlingh (1995) çalışmasında, dengede olsun veya olmasın bir sistemi tanımlamada entropinin sadece termodinamik için değil, aynı zamanda mekanik için de iyi tanımlanmış değerini göstermektedir. Entropinin, termodinamik, istatistik mekanik, kayıp bilgi ve karmaşıklık açısından farklı yönlerini tartışmaktadır.

Malizia ve Tarsitani (1995), termodinamiğin ikinci yasasına Maxwell'in bakış açısıyla baktığı çalışmasında, ikinci yasa, entropi ve tersinmezlikle ilgili yönelttiği sorularına yanıt vermektedirler.

Macdonald (1995) makalesinde, termodinamiğin ikinci yasasının yeni bir açıklamasını vermekte ve entropiyi açık bir fiziksel anlamda tanımladığını savunmaktadır.

Baierlein (1994), entropi, ikinci yasa ile Carnot çevrimi, tersinirlik, verim gibi ilgili kavramların ve bağıntıların verilmesine yönelik geliştirdiği öğretim planını sunduğu makalesinde, PV^{γ} hesaplamaları veya herhangi hacim genişlemelerini hesaplamaya gerek olmadığını, entropinin özelliklerinin ne olduğu ve nasıl kullanılacağına vurgulanmasının yeterli olacağını belirtmektedir. Isı teriminin asla bir isim olarak kullanılmamasını önermekte, sadece sıfat olarak kullanılmasının öğrencinin ısıyı iç enerjiyle karıştırmasını önlediğini belirtmektedir. Isıdaki büyük veya küçük değişim olarak algılanmaması için, ΔQ ve ∂Q gösterimlerini kullanmaktan kaçındığını, onun yerine Q ve q işaretlerini kullandığını belirtmektedir.

Bucher (1993), entropi kavramının bir diyagram ile görünür kılınarak daha iyi anlaşılabilceğini söylemekte, tersinir ve tersinmez süreçler için diyagramın nasıl verileceğini çalışmasında açıklamaktadır.

Marcella (1992), çalışmasının amacını, temel fizik derslerine uygun olarak termodinamiğin ikinci yasasına analitik bir yaklaşım ortaya koymak olduğunu belirtmekte ve çalışmasında tersinir ve tersinmez süreçleri, termodinamiğin ikinci yasasını, entropiyi tanımlamakta, Kelvin-Planck açıklamasını, Carnot ilkelerini, Clausius açıklamasını, Clausius eşitsizliğini vermekte, ısı motorları ve soğutucularla, çevrim tamamlamayan iş üreten süreçler için iş-entropi ilişkisini ve ilgili bağlantıları vermektedir.

Marcella (1992), termodinamik bir süreç sırasında yapılan işin entropideki artış tarafından belirlendiğini, entropideki bu artışın kullanılmayan iş şeklindeki değer kaybetmiş enerji miktarı ile orantılı olduğunu, ikinci yasa analizine bu yaklaşımın makroskobik termodinamikte entropinin işlevini tanımladığını ve ikinci yasanın uygulanmasına basit bir anlam sağlayacağını, böyle bir niteliksel yaklaşımın temel düzeydeki fizik kitaplarının çoğunda yer almadığını öne sürmektedir.

Marcella'ya (1992) göre, termodinamiğin ikinci yasasına ilişkin tipik fizik bölümü kitaplarının (Sears ve Zemansky, Halliday ve Resnick, Ohanian gibi), entropinin artışı ilkesinin ikinci yasa için niteliksel bir anlatımını sunmasına karşın, öyle kullanılmamaktadır. Bazı metinler iş yapmaya uygun enerji ve entropi arasındaki ilişkiden söz etmemektedirler. Enerjinin değer kaybetmesine bazen değinilirken, tersinmezlikle ve entropi üretimi ile olan ilişkisi genellikle tartışılmamaktadır. Üstelik, entropinin anlamı bu metinlerde "entropi nedir?" sorusuna beceriksiz yanıt verme girişimleri ile geçiştirilmektedir. Yanıt, genellikle zamanın yönü açısından ve/veya düzensizliğin bir ölçüsü olarak entropinin makroskobik tanımına başvurularak sunulmaktadır. Fizik ders kitapları bir termodinamik sistemin davranışının, termodinamiğin hem birinci yasası hem de ikinci yasası ile belirlendiğini açıklamalarına karşın, ikinci yasa analizi genellikle göz önüne alınmamaktadır.

Marcella (1992), tersinmez süreçler için olduğu kadar tersinir entropi değişimlerini de hesaplama yöntemlerinde iyi eğitilmiş olan öğrencilerin makroskobik termodinamikte entropinin bir yararını görmediklerini, termodinamik süreçleri tanımlamak için entropinin diğer durum değişkenleri kadar

kullanılmadığını, sonuç olarak süreçlerin sadece birinci yasa açısından incelendiğini ve böyle bir yaklaşımın, ikinci yasanın etkisini göz ardı edeceğini, tersinmezliğe değinmeyeceğini ve daha kötüsü yanıltıcı olabileceğini savunmaktadır.

Azevedo e Silva (1991), bir soğutucu sistemin termodinamiğini anlattığı çalışmasında, buzdolabı, çevresi ve evrenin entropi değişimlerini de tartışmaktadır.

Williams ve Glasser (1991a), geleneksel olarak termodinamik öğrencilerinin konuyu anlamada güçlük yaşadıklarını ve onlara göre, öğrencilere termodinamiğin zor gelmesinin iki nedeni olduğunu belirtmektedirler. Birinci etkenin, durum fonksiyonlarının matematiği ve bunların gösterimleri olduğunu, çünkü durum fonksiyonları ve ilgili matematiği öğrencilerin daha önceki matematik eğitimlerinden kazanmış oldukları matematikten farklıymış gibi görüldüğünü; ikinci etkenin ise durum fonksiyonlarının (iç enerji, entropi ve sıcaklık) tanıtılma şeklinin öğrencilerin fizikle ilgili önceden öğrendikleri ile ilgili olmaması olduğunu söylemektedirler. Bu sorunlara çözüm amacıyla (3. sınıf kimya mühendisliği öğrencileri için) geliştirmiş oldukları, entropiyi de içeren yeni öğretim planlarını makalelerinde anlatmaktadırlar. Çalışmalarının birinci kısmını sundukları makalelerinde (1991a) termodinamik konularının matematiği ve gösterimlerine yer verirken, ikinci kısmını sundukları makalelerinde (1991b) durum fonksiyonlarını tanıtmaktadırlar.

Barrow (1988) çalışmasında, ısı ve iş'in sistemin bir özelliği olmadığını, ısı ve işin aksine, enerjinin iyi tanımlanmış bir kavram olduğunu, bu nedenlerden dolayı entropi ve ikinci yasanın ısı ve işe değinmeden sadece enerjiye dayandırılarak tanımlanabileceğini savunmaktadır.

Bailyn (1985) çalışmasında, Kelvin'in Isıl Ölüm düşüncesinin yani evrende enerjinin sürekli değer kaybetmesi (kullanılabilirliğini kaybetmesi) görüşünün mantıksal ve tarihsel olarak Carnot'un sürekli devinimli (ek enerji verilmeden sonsuza kadar çalışabilen devir daim) makinelerinin yapılmasının mümkün olamayacağı görüşüne yakından bağlı olduğunu anlatmaktadır.

Poulis (1974), entropiyi ve termal dengedeki sistemler ve termal dengede olmayan sistemler için termodinamiğin ikinci yasasını, kuantum mekaniği ve istatistik fizik yardımıyla açıklamaktadır.

Gaggioli (1969), termodinamik öğrencilerinin terimlerdeki karışıklık nedeniyle kafalarının karışabileceğini belirtmektedir. Örneğin, bir derste ısının aktarıldığı, başka bir derste ise üretildiği söylenir; bir maddenin ısıya sahip olamayacağı söylenirken, ısı kaynağı kavramı tanıtılır. Bu nedenle ısı sözcüğünün sıfat olarak kullanılmasını (ısı aktarımı vb) önermekte, isim olarak kullanılmasının ısının madde olduğu biçimindeki kalorik görüşe neden olabileceğini belirtmektedir. Gaggioli (1969), entropi kavramının tanımının, ısı kavramının tanımına bağlı olmaması gerektiğini yani entropi kavramının ısı kavramı verilmeden de verilebileceğini, ama bunun ısı kavramının entropi kavramı verilmeden önce verilmemesi gerektiği anlamına gelmediğini, bununla birlikte entropinin ısıdan daha temel bir kavram olduğunu belirtmektedir.

Strnad (1984) makalesinde, bir zaman sıralaması içinde termodinamiğin birinci, ikinci, üçüncü yasalarının kimler tarafından ortaya atıldığını ve gelişim süreçlerini vermektedir.

Termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularının öğretiminde, içerik, materyal ve öğretim programı açılarından önerilerde bulunan, ne varki öğrenciler üzerinde etkililiklerinin denenmediği çalışmalar sunulduktan sonra, ilgili konularda geliştirilen öğretim planı ve materyallerin etkililiğinin denendiği çalışmalardan söz edilecektir. İlgili konulara ilişkin yurt dışında yapılmış çalışmaların son kesiminde sunulacak bu çalışmalar, ilgili konularda yaşanan öğrenci güçlüklerini ortadan kaldırmaya yönelik olmaları nedeniyle önemli görülmektedir.

2.1.3. Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konularında Geliştirilen Öğretim Planının Denendiği Çalışmalar

Hem termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konuları hem de üniversite düzeyindeki öğrenciler üzerine gerçekleştirildiği için Cochran (2005)'ın çalışması

önemli bulunmuş ve bu nedenle ayrıntılı incelenmiştir. Cochran (2005), öğrencilerin termodinamiğin ikinci yasasını anlamasını geliştirmeyi amaçlayan bir projeyi rapor ettiği çalışmasında, yazılı sorular ve bireysel öğrenci görüşmeleri ile öğrencilerin termodinamiğin ikinci yasası ve ilgili olan entropi kavramı ile bir çok kavramsal güçlük yaşadığını belirlemiştir. Doktora tez çalışmasının, Washington Üniversitesi Fizik Eğitimi grubunun devam eden bir çalışmasının parçası olduğunu belirtmektedir. Cochran (2005), Fizik Eğitimi grubunun ideal gaz yasası ve termodinamiğin birinci yasası ile ilgili öğrenci anlaması üzerine geniş araştırmaları zaten gerçekleştirmiş olduğunu, bu nedenle bu projenin amacının ikinci yasayı ve entropiyi de kapsayacak şekilde genişletilmiş olduğunu açıklamaktadır. İlgili konuları içeren bir öğretim planı ve ders notları hazırlamıştır. Çalışmasında; “anlatım (lecture) yöntemiyle öğretim alan öğrenciler termodinamiğin ikinci yasası ve entropi kavramı ile ilgili işlevsel bir anlama elde ederler mi?”, eğer elde edemezlerse “öğrencilerin bu konularla ilgili karşılaştıkları kavramsal ve anlamlandırma güçlükleri nelerdir?” sorularına yanıt aramıştır. Araştırmacı, bazı durumlarda termodinamiğin ikinci yasası ve entropi kavramı ile ilgili güçlüklerin daha temel düşüncelerle ilgili güçlükleri izlediğini ve bu nedenle çalışmasına ısı ve sıcaklık konusunda öğrenci anlamasını da kattığını belirtmektedir. Araştırma yöntemleri olarak, gözlem, görüşme ve yazılı problemleri kullanmıştır. Öğrenciler 3-4 kişilik gruplar halinde çalışma yaprakları üzerinde çalışmışlardır. Öğretmenler anlatım yapmamış ama öğrenci sorularını yanıtlamışlardır. Isı ve sıcaklık konusunda keşfederek öğrenme kullanılmıştır.

Sıcaklıkları verilen iki kaynak arasında çalışan, sıcak kaynaktan aldığı ısı, soğuk kaynağa verdiği ısı ve yaptığı iş miktarı verilen bir ısı makinesinin çalışmasının olası olup olmadığını yönelttiği soruda, Carnot teoremini uygulayarak makinenin çalışmasının olanaksızlığını öğrencilerin görmesini beklemektedir. Öğrencilerin, öğretimden önce, ısı makineleri ve termodinamiğin ikinci yasası konusunu okumaları sağlanmış ve bu soru ön ölçüm olarak uygulanmıştır. Ön ölçümde soruya hiçbir öğrencinin doğru yanıt veremediğini, çoğu yanıtın kısa ve açıklamasız olduğunu, bazı öğrencilerin kestirimde bulduklarını, bunun da öğrencilerin öğretimden önce ısı makineleri hakkında çok az görüşü olduğunu

gösterdiğini belirtmektedir. Öğretimi tamamlayan öğrencilerden Washington Üniversitesindekilerin % 15'i (N=40) ve Cincinnati Üniversitesindekilerin % 30'u (N=203), ısı makinesinin çalışmayacağını çünkü Carnot ilkesi ve bu nedenle termodinamiğin ikinci yasasına aykırı olduğu doğru yanıtını vermiştir. Her iki grup öğrencilerinin dörtte biri makinenin çalışacağını çünkü $|W| = |Q_H| - |Q_L|$ bağıntısına uygun olarak giren ve çıkan enerjilerin eşit olduğunu söylemiştir. Bu şekildeki bazı yanıtlar öğrencilerin termodinamiğin ikinci yasası ile $|W| = |Q_H| - |Q_L|$ bağıntısını eşdeğer tuttuğunu göstermektedir. Diğer yanlış yanıtlar, verimle ilgili yaşanan güçlüklerin bir sonucudur. Oldukça yaygın bir öğrenci açıklaması, makinenin çalışacağı çünkü veriminin % 100'den düşük olduğu şeklindedir. Yanıtların yaklaşık % 15'i bu şekildedir. Aksine bazı öğrenciler makinenin çalışmayacağını çünkü çok verimli (makinenin verimi % 80 çıkıyor) olduğunu belirtmiştir. Makinenin çok verimli olduğu ve çoğu gerçek makinenin veriminin % 80'den daha düşük olduğu doğru olmakla birlikte, Carnot verimi ve Carnot ilkesine hiç değinmedikleri için yanıtlarını yanlış kabul ettiğini belirtmektedir. Birkaç öğrenci makinenin çalışmayacağını çünkü bir Carnot makinesi olmadığını yani aynı iki kaynak arasında çalışan bir Carnot makinesininkine eşit bir termal verime sahip olmadığını söylemiştir. Diğerleri makineyi bir soğutucu gibi ele alarak etkinlik katsayısı hesaplamıştır. Genellikle öğrenci yanıtları ikinci yasanın bazı yönlerini niteliksel olarak anladıklarını göstermektedir. Örneğin, bazı öğrenciler makinenin çalışabileceğini, çünkü yüksek sıcaklıktan alçak sıcaklığa bir ısı aktarımı olduğunu (yani ikinci yasanın Clausius açıklamasına görünür şekilde aykırı düşmediğinden) söylemişlerdir. Diğerleri de makinenin çalışabileceğini çünkü ısı enerjisinin doğrudan mekanik işe dönüşmediğini (yani ikinci yasanın Kelvin-Planck açıklamasına görünür şekilde aykırı düşmediğinden) söylemişlerdir. Cochran (2005), bu soruya verilen öğrenci yanıtlarını, termodinamiğin ikinci yasası ile ilgili olduğunu görememek ve verim kavramını kullanmadaki güçlük olmak üzere iki sınıfta toplamıştır. Öğrencilerin yaklaşık yarısı verim kavramının makinenin çalışmasının mümkün olup olmasını belirlemeyle ilişkili olduğunu fark etmiş; bununla birlikte çoğu, iki farklı verim hesaplayıp kıyaslanması gerektiğinin farkına varmamıştır. Araştırmacı, Carnot ilkesini uygulayabilmek için öğrencilerin verim ve Carnot verimi denklemlerini bilmek yani ezberlemek zorunda olduğunu söylemektedir.

Soğutucunun verildiği benzer bir soruda öğrenciler, ısı makinesine göre daha çok güçlük yaşamışlardır. Çoğu öğrenci, verilen özelliklerdeki buzdolabının çalışacağını doğru olarak bilmesine karşın, açıklamaları eksik olmuştur (Buzdolabının etkinliği 0,25; Carnot etkinliği 1). Yine bazıları $|W| = |Q_H| - |Q_L|$ bağıntısına göre çalışabileceğini söylemiştir. Bazı öğrenciler, soğuk cisimden sıcak cisme ısı aktarımı olduğu için buzdolabının çalışmayacağını söylerken, geri kalan yanlış yanıtlar yanlış hesaplamalar içermektedir.

Cochran (2005), öğrencilerin soruların ikinci yasayla ilgili olduğunu göremediklerini, çoğu öğrencinin sadece birinci yasanın sağlanıp sağlanmadığını kontrol ettiğini belirtmektedir. Çoğu sadece birinci yasa olarak bildikleri veya bilmedikleri $|W| = |Q_H| - |Q_L|$ denkleminin sağlanıp sağlanmadığını kontrol etmiştir.

Cochran (2005), standart öğretimden sonra çoğu öğrencinin ısı makineleri ve diğer çevrimsel aletlere termodinamiğin ikinci yasasını uygulayamadığını ortaya çıkarmıştır. Son ölçüm sonuçları, ısı makineleri ve termodinamiğin ikinci yasası öğretim planı ve ders notları yardımıyla öğrencilerin ısı makineleri ve soğutucular içeriğinde ikinci yasayı anlamalarını geliştirdiğini göstermektedir. Ayrıca ikinci yasayla olan ilişkisini görmeleri konusunda da öğrencilere yardımcı olmuştur. Buna karşın, deney grubu öğrencilerinin de başarısının düşük olmasını, öğretim planının onları denklemleri ezberlemeye yöneltmiş olabileceğine bağlamaktadır.

Cochran (2005), daha sonra öğretim planına ve ders notlarına entropi kavramını da katarak, yeni programı değerlendirmiştir. Sonuçlar öğrencilerin, termodinamiğin ikinci yasasının entropi eşitsizliğini öğrendiklerini ve başarılı şekilde uygulayabildiklerini göstermiştir. Çoğu öğrenci entropinin bir durum fonksiyonu olduğunu, serbest genişleme ile ilgili sorulan soruda kullanmamıştır. Ayrıca, yalıtılmış ideal gaz sıkıştırıldığında, ısı giriş veya çıkışı olmadığı için sıcaklığın değişmeyeceğini söyleyenler olmuştur.

Araştırmacı, öğrencilerin temel istatistiksel mekaniği anlamadıklarını ve sevmediklerini belirttiklerini; istatistikle entropi ilişkisini görüşme yaptıkları sekiz

öğrenciden sadece ikisinin doğru olarak kurabildiğini belirtmektedir. Birbirine bağlı iki kaptan birinde dört molekül varken, bağlantının açıldığı ve iki molekülün sol, ikisinin de sağ kapta olduğu durumlar arasında entropi değişimini sorduğu soruya, “entropi azalır, parçacıklar daha geniş alana yayıldığı için çarpışmaları azalır, sistem daha düzenli olur” diyen öğrenciler olduğu gibi, “gaz daha düzensiz olmadığı için entropi değişmez” diyenler de olmuştur. Öğrenciler temel istatistiksel mekaniği anlamadıklarını ve sevmediklerini belirtmişlerdir.

Cochran (2005), ardı ardına atılan bozuk paranın iki kez tura ve bir kez yazı gelme olasılığının sorulduğu soru ile, temel olasılık düşüncelerinin temel fizik öğrencileri için kolay olduğu varsayımının yanlış olduğunu ortaya çıkarmıştır; çünkü bu soruyu öğrencilerin ancak % 15’i (N=53) doğru yanıtlayabilmiştir.

Araştırmacı, önemli sayıda fizik öğrencisinin entropiyle ilgili görüşlerle uğraş verdiğinin ortaya çıktığını, sonuçların öğrencilerin entropi değişimini hesaplama ve kıyaslamada yeteneklerinin ideal gaz yasası, termodinamiğin birinci yasası, sıcaklık ve ısı gibi daha temel görüşlerde yaşanan güçlüklerle sınırlı olduğunu ve öğrencilerin istatistik mekanik çalışmalarından geriye çok az şey kaldığını hatta öğrencilerin hiçbir şey hatırlamadığını gösterdiğini belirtmektedir.

Cochran ve Heron (2006) makalelerinde, Cochran’ın (2005) tez çalışmasının bir kısmını özetlemektedirler.

Ben-Zvi (1999), İsrail’de fen bölümünde olmayan 10. sınıf öğrencilerinin bazı bilimsel kavramları anlamaları için bir öğretim planı geliştirip uyguladığı çalışmada, hem öğrencilerin hem de yetişkinlerin enerjinin kalitesi ile enerjinin miktarını karıştırdıklarını, enerjinin korunan bir nicelik olmadığı çünkü kullanılabilmesi için para ödenmesi gerektiğini düşündüklerini belirtmektedir. Bu da okulda öğretilen kavramlarla çelişmektedir. Araştırmacı, fen derslerinde a) Enerji korunur ve b) Enerji bir çeşitten başka bir çeşide dönüşebilir şeklinde iki ana konunun vurgulandığını belirtmektedir. Diğer yandan öğrenciler, şöyle hissetmektedir: ‘Benzindeki enerji arabanın gitmesi için kullanılır.’ ya da ‘Enerji

para harcamayı gerektirir öyleyse dikkatli ve verimli kullanmalıyız.'. Ben-Zvi (1999)'e göre; Ross (1988), enerjinin korunumunu öğretmeye konsantre olduğumuzda, bu şekildeki cümlelerin iç enerji ve termodinamiğin ikinci yasası tarafından tanımlanan entropi kavramlarına çok yakın olduğunu savunmaktadır. Ross (1988), enerji sözcüğünü kullanan çocuk ve yetişkinlerin, enerji sözcüğünü bilim adamlarının iç enerji olarak adlandırdığı kavrama yakın bir anlamda kullandıklarını ileri sürmektedir.

Ben-Zvi (1999), fen temelli olmayan 76 öğrenciye, hiç yakıt eklemeyen sonsuza kadar çalışacak makineler icat etmenin olanaklı olup olmadığı sorusunu yöneltmiş ve öğrencilerin dörtte birinin ikinci yasayı anlamış gözüktüğü sonucuna ulaşmıştır. Entropi ve serbest enerji gibi karmaşık ve soyut bilimsel kavramların, daha genç fen temelli olmayan öğrencilere uygun şekilde sunulduğunda anlaşılabilirliğini belirtmektedir.

Sözbilir'in (2001) aktardığına göre, Tomanek (1994), temel ekolojideki entropi düşüncesini keşfeden bir lise çevresel bilim dersinde gerçekleştirilen çalışmasının verilerini, 9 haftalık okul süresi boyunca bütün ders oturumlarının ses kaydına alınması ve öğrencilerle görüşme yapılması yoluyla toplamıştır. Çalışmada lise öğrencileri tarafından geliştirilen görüşler ortaya çıkarılmıştır; bunlardan bazıları şöyledir:

- Entropi, madde ve enerjiye daha az düzenli ve insanlık için daha az yararlı olmaları için hükmeder.
- Entropi miktarının artması, yararlı madde ve enerji miktarını düşürür.
- Yaşayan sistemler entropiyi artırır.
- Aşırı tüketici yaşam tarzı entropiyi artırır.
- Çevreye verilen atık madde ve atık enerji miktarını azaltmak entropiyi azaltır.
- Entropi, ekolojik sıralama sürecine katkıda bulunur.

Tomanek (1994)'in çalışması göstermiştir ki; öğrenciler, eğer onlara az ve öz olarak öğretilirse bilimsel olarak kabul edilebilir görüşler geliştirebilirler. Tomanek'in öğrencileri, entropiyi, maddenin gittikçe daha karmaşık olduğu

düşüncesinden çok, doğanın fiziksel bir yasası olarak öğrenmişlerdir. Tomanek (1994) çalışmasında, dersin başında öğrencileri tartışmaya yönlendiren ve onların entropi hakkındaki alternatif düşüncelerine karşı gelen görevler geliştirmenin yararlı olacağını tartışmaktadır (Sözbilir, 2001).

Patron (1997)'un aktardığına göre; Ben-Zvi, Silverstein ve Mamlock (1993), 16 yaşındaki lise öğrencilerine termal denge, kimyasal enerji, enerji dağılımı ve entropi gibi kavramları öğretmek için basit sistemli bir model geliştirmişlerdir. Araştırmacılar, yaklaşımlarını sınımışlar ve deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine göre daha başarılı olduklarını ve yanıtlarında model kullanan öğrenci yüzdesinin deney grubunda daha çok olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca entropi değişiminin matematiksel bağıntısının entropi değişimini vermenin en doğru şekli olduğunu, bununla beraber genç öğrenciler için sözcüklerin ve şematik sunumların kullanılmasının denklemlerin arkasında gizli kalanları anlamalarına yardımcı olmak için gerekli olduğunu bulduklarını belirtmektedirler. Bunlara ek olarak, Ben-Zvi ve arkadaşları (1993), 11.sınıf (16 yaş ve yukarısı) öğrencilerinin iki senedir kimya dersini alıyor ve bu dersten geçmiş olmalarına karşın, kendilerinden basit termodinamik olayları açıklamaları istendiğinde doğru açıklama yapamadıklarını bulmuşlardır.

Cullen (1983), entropi kavramını tanıtmayı ve dönem boyunca ders sırasında gerçekleştirilen laboratuvar deneylerinde gözlemlenen olayları açıklamak için entropinin nasıl kullanılabileceğini anlatan yaklaşık 100 sayfalık yazılı öğretimsel malzemeyi deney ve kontrol grubu öğrencilerine vermiştir. Sadece deney grubuna verilen öğretimsel malzeme kontrol grubundan farklı olarak entropi kavramının diğer kavramlarla nasıl ilişkili olduğunu açıkça gösteren bir çok anlatım olmasıdır. Üniversite kimya öğrencileri üzerinde gerçekleştirdiği çalışmasının sonucunda, entropi kavramı ile diğer kavramları ilişkilendirme konusunda deney grubunun daha başarılı olduğuna karar vermiştir. İkiser kontrol ve deney grubunun bulunduğu çalışmasında, yıl sonu kimya notları açısından birinci uygulamada kontrol grubu, ikinci uygulamada deney grubu daha başarılı olmuştur. Araştırmacı, bu

durumu birinci deney grubunun çok düşük performans göstermiş olmasına ve grupları rasgele atamamış olmasına bağlamaktadır.

Termodinamiğin ikinci yasası ve entropi ile ilgili olmasına karşın, yukarıda verilen alt başlıklara katılmayan bir çalışma, Einhaus ve Schecker (2005) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmalarında; ısı ve sıcaklık, ısı aktarımı, hal değişimleri, termodinamiğin birinci ve ikinci yasası ile entropi konularını içeren ve Almanya'da 8, 10 ve 12. sınıflarda denemesini yaptıkları, kavramsal bir termodinamik ölçeği geliştirdiklerini anlatmaktadırlar.

Ayrıca, doğrudan termodinamiğin ikinci yasası ile ilgili olmakla birlikte, yukarıda verilen alt başlıklara eklenemeyen bir diğer çalışma Lambert (1998) tarafından yapılmıştır. Lambert (1998) makalesinde, termodinamiğin ikinci yasasının çok önemli olduğunu vurgulamakla birlikte, kimyasal kinetiğin (tepkime hızları, aktivasyon enerjileri) termodinamiğin ikinci yasası kadar önemli olduğunu savunmaktadır.

Buraya kadar değinilen alanyazın incelemesi sonucunda termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularında yurt dışında yapılmış bir çok çalışma olduğu görülmektedir. Bu çalışmaların çoğu, öğrencilerin anlama güçlükleri ile kavram yanlışları üzerinedir, ayrıca içerik, materyal ve öğretim programları açılarından önerilerde bulunan çok fazla çalışma da bulunmaktadır. Son kesimden anlaşılacağı üzere, ilgili konuların öğretiminde bir öğretim planının veya materyalin etkililiğinin denendiği çalışmalar azdır, özellikle de lisans düzeyindeki öğrencilerle gerçekleştirilen çalışmalar ise çok azdır.

2.2. Termodinamiğin İkinci Yasası, Entropi ve İlgili Kavramların Öğretimine İlişkin Yurt İçinde Yapılmış Çalışmalar

Termodinamiğin ikinci yasası, entropi ve ilgili kavramların öğretimine yönelik yurt içinde yapılan çalışmalarla ilgili alanyazın taraması sonucunda, ülkemizde rapor edilmiş ilgili bir çalışmaya rastlanamamıştır.

Sözbilir (2001) tarafından gerçekleştirilen doktora tez çalışması, her ne kadar Türkiye’de öğrenim gören öğrenciler üzerinde gerçekleştirilmiş olsa da, yurt dışında (York Üniversitesi) tamamlanmış ve yurt dışında rapor edilmiştir.

2.3. Termodinamik Dersinde İşbirlikli Öğrenme Yönteminin Kullanıldığı Çalışmalar

Termodinamik dersinde işbirlikli öğrenme yönteminin kullanıldığı yurt içinde gerçekleştirilmiş bir çalışmaya rastlanamamıştır. Bu kesimde yurt dışında gerçekleştirilmiş olan iki çalışmaya değinilecektir.

Her ne kadar termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularına odaklanılmamış olsa da Towns ve Grant (1997) tarafından yapılan çalışma, üniversite düzeyinde olması, termodinamik dersinde gerçekleştirilmesi ve işbirlikli öğrenme yöntemi kullanılmış olması nedeniyle önemli bulunmuş ve burada değinilmesine gerek görülmüştür.

Towns ve Grant (1997), termodinamik dersinde işbirlikli öğrenme sırasında olayların yapısını tanımlamak ve öğrencilerin tepkilerini almak amacıyla yaptıkları çalışmalarını, İngiltere’de büyük bir üniversitenin (24’ü kimya bölümü, biri biyolojik bilim ve biri mühendislikten) 26 mezun öğrencisi üzerinde gerçekleştirmişlerdir. Uygulama, mezun olmuş fakat kimya bölümünün fiziksel kimyadaki değerlendirme (nitelendirme) sınavında başarılı olamamış öğrencilere verilen, mezuniyet düzeyinde bir termodinamik dersinde gerçekleştirilmiştir. Bakış açılarını anlayabilmek amacıyla dersin bitmesine yakın, öğrencilerden gördükleri bu etkinlikleri nasıl bulduklarını, bir dersten daha başka neler beklediklerini yazmalarını istemişlerdir. İlk derste profesör bir konuşma yaparak öğrencilerde “hep birlikte anlayacağız” düşüncesini kazandırmak istemiş ve dersin işleyişi hakkında bilgi vermiştir. Her pazartesi profesör kavramları tanımlamış, hazırlanan soruları da cuma günü tartışmaları ve açıklamaları için ödev olarak öğrencilere dağıtmıştır. Cuma günleri öğrenciler, biri lider olmak üzere 6-7 kişilik dört gruba ayrılmışlar, grup üyeleri ve grup liderlerinin

isimlerinin bulunduğu liste her hafta cuma günü dersten 5-10 dakika önce araştırmacılar tarafından asılmıştır. Öğrenciler derse girer girmez gruplarını oluşturup, o hafta kendilerine verilen problemi tartışmaya başlamış ve her grubun tartışması araştırmacılar tarafından başlarında durularak dinlenmiştir. Öğrenciler soru sorarsa, onlara sorular yöneltilerek doğru yanıtı yönlendirilmişlerdir. Dersin ilk 10 dakikasında her grup bir soruyu tartışmış, grup probleme ortak bir çözüm buluncaya ve anlaşıncaya kadar tartışmaya devam etmiş ve bir sunum geliştirmişlerdir. Daha sonra her gruba tahtada çözümünü sunması için 10 dakika süre verilmiş, liderler tartışmayı ve sunumu yönlendirme görevi ile grup üyelerine sorumluluğu dağıtma görevlerini yerine getirmiştir. Ders sonunda her grup üyesi çözümlerden yararlanabilsin diye sınıf ilan tahtasına çözümler asılmıştır.

Towns ve Grant (1997), işbirlikli öğrenmenin öğrencileri alışılmış öğrenme stratejilerinden uzaklaştırıp, anlamlı öğrenme stratejisine yönlendirdiğini ve görüş paylaşımının öğrencilerin iletişim yeteneklerini geliştirdiğini bulmuşlardır. İşbirlikli öğrenme etkinlikleri hakkında öğrenci görüşlerini inceledikleri çalışmalarında iki temel sonuca varmışlardır. Bunlardan birincisi, işbirlikli öğrenme stratejilerinin öğrencileri ezbere öğrenme stratejilerinden anlamlı öğrenme stratejilerine yönelttiği, kavramsal anlamayı artırdığıdır. İkincisi ise, öğrenciler arasındaki etkileşimi ve kişiler arası iletişim becerilerini geliştirdiğidir. Öğrenciler, işbirlikli öğrenmenin malzemeyi anlamalarına, üzerinde düşünmelerine, sınıf için hazırlamalarına ve kavramları bir araya getirmelerine yardımcı olduğuna inanmaktadırlar. İşbirlikli öğrenme, öğrencileri derste işlenen kavramlar hakkında düşünüp taşınmaya ve yeniden tanımlamaya, kavramları bütünleştirmeye, çalışmaya yönlendirmektedir. Grup amaçlarına ulaşmak için öğrenciler birbirleriyle etkili bir biçimde etkileşimde ve iletişimde (görüşleri, düşünceleri ve sunumları paylaşmak, bir çözümde ortak karara varmak ve bir sunum geliştirmek gibi) bulunmak zorundadır. İşbirlikli öğrenme etkinlikleri, öğrencilere düşüncelerini paylaşma ve akranlarına öğretme fırsatı vermektedir.

Towns ve Grant (1997), öğrencilerinin bir dönem boyunca işbirlikli öğrenme tekniklerini kullanmalarına karşın bazı öğrencilerin kendi bireysel

başarımları üzerine odaklanmaktan vazgeçemediklerini ve bu nedenle daha bireysel ve etkileşimsiz bir ruh hali içinde olduklarını belirtmektedirler. Ayrıca, bazı öğrencilerin diğer öğrencilere göre düşüncelerini daha fazla dile getirdiklerini fark ettiklerini, bu durumu her öğrencinin kişisel yapısına bağladıklarını, aslında bütün grup üyelerini düşüncelerini paylaşmaları için cesaretlendirmiş olduklarını belirtmektedirler.

Lewis, Stern ve Linn (1993) tarafından yapılan çalışmada da, termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularına odaklanılmamış olmakla birlikte, termodinamik dersinde gerçekleştirilmiş olması ve işbirlikli öğrenme yönteminin kullanılmış olması nedeniyle önemli bulunmuş ve değinilmesine gerek görülmüştür.

Araştırmacılar, ısı ve sıcaklık gibi temel termodinamik kavramların öğretiminde bilgisayar benzeşimleri kullandıkları çalışmalarını yaşları 12-14 arasında değişen 8. sınıf öğrencileri ile yapmışlar ve 11 hafta süren çalışmalarında 12-13 benzeşim deneyi kullanmışlardır. Her iki öğrenciye bir bilgisayar düşecek şekilde, öğrencileri dörder kişilik işbirlikli öğrenme grupları ile çalıştırmışlardır. Her bir grupta öğrencilere temel araştırmacı, deney koordinatörü, tahmin koordinatörü ve planlama koordinatörü olarak görevler verilmiş, gruptakilerin hepsi sırayla bütün görevleri yapmıştır. Öğrenciler deneyleri planlamış, sonuçları göstermesi için bilgisayar kullanmış, verileri analiz etmiş, beklenmeyen veya ters çıkan sonuçları tartışmışlardır. Çalışmalar video kamerayla kaydedilmiş, böylece öğrencilerin anlayıp anlamadığı, etkinliklere katılıp katılmadığı değerlendirilmiş, ayrıca öğrencilerin kullandıkları elektronik laboratuvar defterleri de analiz edilmiştir. Öğrencilerinin gelişimlerini ön ve son ölçüm yaparak, gerekli gördükleri öğrencilerle de görüşmeler gerçekleştirerek izlemişlerdir. Yöneltiltikleri başarı ölçeğinin konu ile ilgili sorular ve ısı enerjisi ile sıcaklık arasındaki farkla ilgili bir kompozisyon sorusu içerdiğini belirtmektedirler. Çalışmaları sonucunda, öğrencilerin anlamalarının geliştiğini bulmuşlardır. Öğrencilerin başarılarında ve derse olan ilgilerinde artma görüldüğü not edilmektedir. Çalışmalarının diğer deneysel çalışmalardan farkı, uygulamada kontrol grubunun bulunmamasıdır; sadece inceledikleri öğrencilerin kavramsal gelişimini değerlendirmişlerdir.

2.4. İşbirlikli Öğrenme Yönteminin Kullanıldığı Yurt Dışında Yapılmış Öteki Çalışmalar

Bu bölümde Fizik, Kimya, Biyoloji ve Fen Bilgisi alanlarında, işbirlikli öğrenme yönteminin kullanıldığı yurt dışında yapılmış çalışmalar sunulmaktadır. Ayrıca işbirlikli öğrenme üzerine yapılmış diğer çalışmaların ayrıntılı analizini veren birkaç çalışmaya da yer verilmiştir.

Bilgin (2006) yapmış olduğu çalışmada, işbirlikli öğrenme yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen ders içi öğrenci etkinliklerinin, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerindeki gelişime ve fen dersine yönelik tutumlarına etkilerini incelemiştir. Bolu ilindeki bir ilköğretim okulunun iki sınıfından 55 kişilik 8. sınıf öğrencisiyle 15 haftalık bir sürede gerçekleştirdikleri deneysel çalışmada öğrencilerin 28'i deney, 27'si kontrol grubunu oluşturmuştur. Araştırmada deney grubunda işbirlikli öğrenme yöntemine yönelik öğrenci etkinlikleri ve çalışma yapıları kullanılırken, kontrol grubunda öğretmen sunumuna dayalı öğretim uygulanmıştır. Yapılan çalışmada, son ölçüm olarak uygulanan Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği ve Fen Dersine Yönelik Tutum Ölçeği ölçme araçları sonuçlarından, işbirlikli öğrenme yöntemine yönelik öğrenci etkinliklerinin gerçekleştirildiği deney grubu ve öğretmen sunumuna dayalı ders işlenen kontrol grubu öğrencileri arasında bilimsel süreç becerilerini kazanma ve fen dersine yönelik tutumlar arasında deney grubu öğrencileri yönünde anlamlı bir farklılık gözlenmiş, ayrıca işbirlikli öğrenme yöntemine dayalı öğrenci etkinliklerinin, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini kazanmalarında ve fen dersine yönelik tutumlarında daha olumlu bir gelişmeye neden olduğu vurgulanmıştır.

Berger ve Hazne (2005), 12. sınıf fizik öğrencileri üzerinde, manyetik ve elektrik alanlarda elektronların hareketini içeren elektron mikroskopisi ünitesinde jigsaw tekniğini kullanarak çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. Bu üniteyi seçmelerinin nedenini, konuların jigsaw tekniğine uygun olarak bölümlere ayrılabilmesi ve ilginç olduğu kadar 12. sınıf düzeyi için önemli olması olarak açıklamaktadırlar. Araştırmacılar, 109 öğrenci ile dört saatlik ders boyunca

sürdürdükleri uygulama sonucunda, jigsaw sınıfındaki “uzman”ların öğretmen tarafından konunun öğretildiği öğrencilere göre, ölçme aracının görevlendirilmiş oldukları konuya ilişkin kısmında daha iyi başarımlar gösterdiklerini, fakat jigsaw sınıfı öğrencilerinin, ölçme aracının diğer grup üyesi arkadaşlarından öğrendiği konuların yer aldığı kısımlarında geleneksel öğretim yöntemiyle konuların öğretildiği öğrencilerle aynı başarımları gösterdiklerini bulmuştur. Araştırmacılar, öğrenme deneyimleri açısından her iki grup arasında önemli farklılıklar bulunduğunu, işbirlikli öğrenme grubunda daha fazla bilişsel etkinlik gerçekleştirildiğini ve daha derin süreç stratejilerinin kullanıldığını rapor etmişlerdir. İşbirlikli grup öğrencileri daha fazla güdülenmişler ve konuya daha fazla ilgi göstermişlerdir. Başarımlar aynı iken, işbirlikli öğrenme grubu öğrencileri geleneksel sınıfın öğrencilerine göre materyale daha fazla ilgi duymuşlar ve materyalle daha fazla meşgul olmuşlardır.

Apotheker, Pilot ve Streun (2005)'un lise öğrencileriyle kimya derslerinde gerçekleştirdikleri çalışmada, öğrenciler işbirlikli çalışmalarını için gruplara ayrılmış ve öğrencileri birlikte çalışmaya özendirme için farklı çalışma yaprakları kullanılmıştır. Çalışmada dersler iki bölüme ayrılmıştır. İlk bölümde öğrenciler daha basit kavram ve problemlerle uğraştırılırken ikinci bölümde daha zor kavram ve problemler ele alınmıştır. Çalışmanın sonucunda ilk bölümde öğrencilerin işbirlikli görevlerde etkin olarak yer aldıkları, ikinci bölümde ise iyi organize olamadıkları belirlenmiştir. Birinci bölümde öğrenciler hazırlanan çalışma yapraklarıyla daha fazla ilgilenmişler, ikinci bölümde ise verilen görevlerle çok fazla ilgilenmemişler, derse ilk bölümde olduğundan daha az çalışmışlar ve çok fazla konuşmuşlardır. Çalışmalarında ayrıca ilk bölümde kullanılan çalışma yapraklarının sınıfta işbirlikli öğrenmenin yapılandırılmasını sağladığını, ikinci bölümde çalışma yaprakları kullanılırken ise göz önünde bulundurulması gereken birtakım önemli etkenlerin olduğundan söz etmektedirler. Öğrenciler çalışma yaprağı üzerinde çalışırken öğretmenin yönlendirici olarak görevinin çok önemli olduğunu, çalışma yaprağını kullanmada öğrencilerin üzerlerinde çok fazla zaman baskısı hissetmemesi gerektiğini, öğrencilerin yeterince öğrendikleri konusunda güven verilmeye gereksinimleri olduğunu ve daha zor konularda öğretmenlerin daha fazla zamanı göz önünde bulundurması gerektiğini belirtmişlerdir.

Daubenmire (2004) doktora tezinin amacını, genel kimya derslerinde Franklin ve Marshall yönlendirilmiş araştırma yaklaşımı olarak adlandırılan bir işbirlikli öğrenme modeli ile yapılan öğretimde, öğrencilerde ortaya çıkan öğrenme süreçlerinin kritik yönlerini ortaya çıkarmak ve bu yaklaşımın öğrencilerin bakış açılarını nasıl etkilediğini analiz etmek olarak belirtmektedir. Franklin ve Marshall yönlendirilmiş araştırma yaklaşımını; ortak grup hedefi, grup hedefine ulaşmak için grup üyelerine ödül, grup içinde bireysel görevler, etkili grup çalışması için sosyal becerilerin gelişimi, grup sürecini değerlendirme ve bireysel değerlendirme gibi etkili işbirlikli öğrenme özelliklerine sahip bir işbirlikli öğrenme yaklaşımı olarak açıklamaktadır. Dört kişilik gruplarda çalışma yaprakları kullanılarak sürdürülen teknikte gruptaki her üyeye, yönetici, yazıcı, teknisyen, yansıtıcı, sözcü görevleri verilmiştir. Hem niteliksel hem niceliksel yaklaşım içeren çalışmasını, üniversite öğrencileri üzerinde ve genel kimya derslerinde gerçekleştirmiştir.

Çalışmanın sonucunda, yöntemin öğrenci başarısını desteklediği, öğrencilerin sosyal becerilerini geliştirdiği, kimya öğrenmelerine yardım ettiği belirlenmiştir. Bu yönteme katılan öğrencilerin katılmayanlara göre kavramsal anlamaları daha yüksek değerlere ulaşmıştır. Çalışmada ayrıca, yöntemin, öğrencilerin kimyadaki kavramları öğrenmelerini desteklemesi açısından, görüşmeler ve güven ölçeğinin olumlu sonuç verdiği ve kız öğrencilerin yöntemin sonunda, kimyayı başarmak için sahip oldukları yeteneklerine yüksek güven gösterdikleri belirtilmiştir. Öğrencilerin işbirlikli öğrenme yöntemine ilişkin görüşlerini aldıklarında; öğrencilerin, güdülerinin arttığını, yönteme yönelik olumlu tutum içinde olduklarını ve yöntemi sevdiklerini belirttiklerini vurgulamaktadır.

Balfakih (2003), Birleşik Arap Emirliği'nde 10. sınıf lise kimya derslerinde Öğrenci Takımları Başarı Bölümleri tekniğinin etkililiğini incelediği çalışmasında, işbirlikli öğrenme grubunun geleneksel öğretim grubuna göre daha yüksek notlar aldığı, bununla birlikte deney grubu erkeklerinin deney grubu kızlarına göre daha başarılı olduğu sonucunu bulmuştur.

Pratt (2003) çalışmasında, keşfetmeye yönelik etkinliklerin kullanıldığı kimya laboratuvarında işbirlikli öğrenme yöntemini uygulamış ve bu yöntemin bir öğretmen olarak kendi başarısını arttıran en iyi etken olduğunu görmüştür. Pratt bu yönteme bağlanmasını; öğrencilerinin disiplin problemlerinin yok olmaya başlaması, öğrenciler arasında kusursuz bir olumlu bağımlılığın oluştuğunu görmesi ve eş zamanlı öğrenme kavramının onu çok şaşırtması nedenleriyle açıklamıştır. Çalışmasında, işbirlikli öğrenmede başarıya ulaşmak için; işbirlikli öğrenme çalışmalarının, öğretmenlerin etkinliklere katılmaya istekli olduğu sınıflarda iyi işleyeceği, öğrencilerin diğerleriyle çalışmayı öğrenmeleri gerektiği fakat olumlu bağımlılığın gelişmesi için zamana gerek olduğu, öğrencilerin birlikte öğrenmeleri gerekmesine karşın bireysel değerlendirilmeye gerek olduğu gibi bir takım ipuçlarına değinmektedir.

Sadler (2002)'in biyoloji öğretiminde işbirlikli öğrenme ile geleneksel öğretimin öğrencilerin biyoloji okur yazarlığına ve akademik başarılarına etkilerini incelediği çalışması, ana alanı biyoloji olmayan, altı üniversite biyoloji sınıfından toplam 349 kişi üzerinde yürütülmüştür. Sınıflardan birinde (n=51) işbirlikli öğrenme yöntemi teknikleri kullanılırken, diğer beş sınıf düz anlatım tekniğine devam etmiştir. Biyoloji okur yazarlığını ölçmek amacıyla veriler, öğrencilerin biyolojik yöntemlerin analiz edilmesi, biyolojinin diğer fen alanlarına genellenmesi ve biyoloji kavramlarının uygulanmasına yönelik güvenlerini ölçen üç faktörlü biyoloji bireysel yeterlilik ölçeğinin (BSES: biology self-efficacy scale) ve Texas lise biyoloji bitirme sınavının (BECE) ön ve son ölçüm olarak uygulanmasıyla toplanmıştır. Öğrenci başarısına yönelik veriler ise ders öğretmeni tarafından verilen bitirme notundan elde edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, biyoloji bireysel yeterlilik ölçeğinin biyoloji kavramlarının uygulanması faktöründe ve Texas lise biyoloji bitirme sınavının genel biyoloji bilgisi kısmında işbirlikli öğrenme grubu daha başarılı bulunurken, biyoloji bireysel yeterlilik ölçeğinin diğer faktörleri olan biyoloji yöntemleri ve diğer fen alanlarına genelleme ile Texas lise biyoloji bitirme sınavının işlem ve içerik soruları ve akademik başarı açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunamamıştır. Çalışmada ayrıca öğrencilerin yönteme yönelik yorumlarından elde

edilen veriler ile işbirlikli öğrenmenin tutum üzerindeki pozitif etkisi ortaya konulmuştur.

Boxtel, Linden ve Kanselaar (2000), öğrenci etkileşiminin özelliklerinin ve bir öğrencinin bireysel olarak bu etkileşime katılma şeklinin, fizik alanındaki kavramsal anlamının gelişimiyle nasıl ilişkili olduğunu araştırmışlardır. Çalışma aynı zamanda, işbirlikli öğrenme sırasında kitapların nasıl kullanıldığını ve kullanımlarının öğrenci etkileşiminin ve sonuçlarının kalitesini nasıl etkilediğini de incelemektedir. 15-16 yaşlarında 56 öğrenci ile yapılan uygulamada, öğrenciler elektrik konusunda çiftler halinde kavram haritaları yaparak çalışmışlardır. İki ders kitabının öğrenciye sunulduğu durum ile ders kitabının sunulmadığı durum kıyaslanmıştır.

Boxtel ve diğer. (2000), çalışmalarının sonucunda her iki grup öğrencilerinin başarısının son ölçümde, ön ölçüme göre arttığını ve kavram haritası yapma görevinde işbirliği ile çalışan öğrencilerin elektrik kavramlarını anlamalarının geliştiğini belirtmektedir. Araştırmacılara (2000) göre; beklendiği gibi, bireysel öğrenme sonuçları, bir öğrencinin etkileşime katılmasıyla ilişkilidir. Elektrik kavramları hakkında daha fazla konuşan öğrenciler son ölçümde daha yüksek notlar almışlardır. Bu sonuç, fizik kavramlarını onlar hakkında konuşarak ve onları kullanarak öğrenen öğrencilerin bu kavramları daha iyi öğrendiğini göstermektedir. Çiftlerde ne kadar çok işbirlikli etkileşim olduysa, son ölçümde o kadar yüksek not alınmıştır. Çalışmalarından çıkan bir diğer sonuç, ders kitabı kullanımının, öğrenci etkileşiminde ayrıntılı çalışma ve birlikte görüş oluşturma miktarında negatif bir etkisinin olduğudur. Araştırmacılar, öğrencilerin ders kitabını incelerken bazen gereksiz zaman harcadıklarını, bunun da aralarında konuşup tartışmalarını engellediğini belirtmektedirler.

Broyles (1999), işbirlikli öğrenme yönteminin üniversite fizik, mühendislik ve matematik öğrencilerinin tutumlarına ve tutumları ile başarıları arasındaki ilişkiye etkilerini değerlendirmeyi amaçladığı çalışmasında, işbirlikli öğrenmenin geleneksel

öğretime göre daha iyi bir final notu alma ile sonuçlanmadığı, bununla birlikte öğrenmeye yönelik tutumu artırdığı sonucunu bulmuştur.

McKittrick, Mulhall ve Gunstone (1999), 11. sınıfta mekanik konularının öğretiminde kullandıkları işbirlikli öğrenme yöntemini, hem öğrenci hem de öğretmenlerin aynı şekilde çok yararlı ve eğlenceli, anlama ve öğrenmeyi geliştiren etkili bir yöntem olarak bulduğunu belirtmektedirler.

Nhu (1999) yüksek lisans tez çalışmasında, işbirlikli öğrenme çevresinde çalışan öğrencilerin davranışlarını, öğrencilerin işbirlikli öğrenme hakkındaki düşüncelerini ve onların bu öğrenme-öğretme yöntemine yönelik tutumlarını araştırmıştır. Çalışmaya üniversitenin kimya bölümünde okuyan 27 öğrenci katılmıştır. Çalışmanın verileri, ders sırasında öğrenci davranışlarının gözlenmesinden ve öğrencilerin işbirlikli öğrenme hakkındaki görüşlerini tanımlamak için yapılan görüşmelerden elde edilmiştir. Çalışmanın bulguları, öğrencilerin işbirlikli öğrenme yaklaşımının onların öğrenmelerine yardımcı olan çok yararlı bir yöntem olduğuna inandıklarına işaret etmiştir. Öğrenciler işbirlikli öğrenmeyi sevmişler ve işbirlikli öğrenme çevresinde çalışırken olumlu davranışlar sergilemişlerdir. Öğrenciler ayrıca akıl yürütme yeteneklerinin geliştiğine ve küçük gruplarda birlikte çalışırken konuyu daha iyi anladıklarına inanmışlardır.

Akinsola (1999) çalışmasında, bütünleştirilmiş fen sınıflarında tam öğrenme, işbirlikli öğrenme ile birleştirilmiş tam öğrenme ve işbirlikli öğrenme tekniklerinin öğrenci başarısı üzerine etkisini üç farklı grup üzerinde araştırmıştır. Dört okuldan toplam 200 ortaöğretim öğrencisinin katıldığı çalışmanın sonuçlarında bütünleştirilmiş fen sınıflarında birleştirilmiş tam öğrenme ile işbirlikli öğrenme tekniklerinin başarıya ulaşmayı kolaylaştırmada daha uygun olduğu, bütünleştirilmiş fen sınıflarında kız öğrencilerin erkek öğrencilere göre daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada ayrıca kolaylaştırıcı öğretim tekniklerinin bütünleştirilmiş fen sınıflarını başarıya ulaştırmada oldukça etkili olduğu belirtilmiştir.

Mills, McKittrick, Mulhall ve Feteris (1999) çalışmalarında, birinci sınıf üniversite öğrencilerinin mekanik konusundaki yaygın kavram yanlışlarını ortadan kaldırmada yardımcı olmak amacıyla geliştirmiş oldukları bir işbirlikli öğrenme stratejisini (CUP: Conceptual Understanding Programme) anlatmaktadırlar. Bu programda öğrenciler önce yalnız, sonra üçlü gruplarda çalışmakta ve son olarak görüşlerini bütün sınıfla tartışmaktadırlar. Mills ve diğer. (1999), bu sürecin öğrencileri etkin bir şekilde düşünmeye ve görüşlerini değiştirmeye cesaretlendirdiğini ve yüksek düzeyde katılım ve memnuniyetle sonuçlandığını belirtmektedirler. Bu yöntemin kuvvet diyagramlarının, Newton hareket yasalarının, çembersel hareketin, enerjinin ve momentumun korunumunun öğretilmesinde ve ayrıca özel görelilikte uzay-zaman diyagramlarında ve termodinamikde P-V diyagramlarının öğretilmesinde kullanıldığını belirtmektedirler.

Herreid'in (1998) aktardığına göre; Johnson ve Johnson (1989, 1993) işbirlikli öğrenme yöntemi ile öğrenen öğrenciler ile düz anlatım yöntemi gibi geleneksel öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilerin başarımının kıyaslandığı 1200 çalışmanın taramalı konu çözümlemesini (meta-analysis) yapmışlardır. Bu çözümleme sonuçlarına göre; işbirlikli öğrenme yarışmacı ve bireysel öğrenmeden daha fazla bireysel bilgi üretmiştir. Daha önemlisi, bilginin hatırdaki kalıcılığı daha fazladır. İşbirlikli öğrenmenin çarpıcı ek yararları vardır: Öğrenciler geleneksel öğretim yöntemine göre; işbirlikli deneyimden daha çok hoşlanmış, konuya yönelik daha olumlu bir tutum kazanmış, daha iyi sosyal beceriler geliştirmiş, düşünce ve duygularını daha rahat açıklamış, diğerlerinin görüşlerine daha fazla saygı duymuşlardır. Herreid'e (1998) göre, açıkçası bunlar özellikle fen alanı için eğitimcilerin, öğrencilerin çoğunu bir arada tutmadaki başarısızlığıyla ilgilendiği, çok iyi artılardır. Herreid (1998), fen bilgisi öğretiminde işbirlikli öğrenmenin kullanılmasına engel olan nedenlere değindiği çalışmasında, bu engelleri aşmaya yönelik önerilerde bulunmaktadır.

Johnson, Johnson ve Smith (1998) çalışmalarında, üniversite öğrencileri üzerinde yapılan ve işbirlikli, yarışmacı, bireysel öğrenmeleri kıyaslayan 305 çalışmanın taramalı konu çözümlemesini yapmışlardır. Üniversite öğrencileri ve

yetişkinler üzerinde işbirlikli, yarışmacı ve bireysel öğrenmenin bireysel *başarı* üzerindeki etkililiğini kıyaslayan 1924 ve 1997 yılları arasında yapılmış 168 çalışmanın analizi sonucunda, işbirlikli öğrenme ile yarışmacı ve bireysel yaklaşımlara göre daha yüksek başarı elde edildiğini söylemektedirler. Ayrıca işbirlikli öğrenmenin, bilişsel düşünceleri desteklediği, zor görevleri almada isteklilik, amacı başarmak için çalışmada ısrar, güdülenme, öğrenileni bir durumdan diğerine taşıma ve görev için daha fazla zaman harcama sağladığını bulan çalışmaların da bulunduğunu belirtmektedirler. İnceledikleri çalışmalara dayanarak, işbirlikli öğrenen üniversite öğrencilerinin, yarışmacı veya bireysel çalışan öğrencilere göre, akranları ve eğitimcilerden hem akademik hem de kişisel olarak daha fazla sosyal destek aldıklarını ve kendilerine daha çok saygı duyduklarını belirtmektedirler.

Chung-Schickler (1998), fen alanından olmayan üniversite öğrencilerinin aldığı genel biyoloji laboratuvarı dersinde kullanılan işbirlikli öğrenme stratejilerinin öğrenci başarısı ve öğrencilerin fene yönelik tutumlarına etkisini incelediği çalışmasında, işbirlikli öğrenme yönteminin Öğrenci Takımları Başarı Bölümleri tekniğini kullanmıştır. Chung-Schickler (1998), öğrencileri öğretimden önce etnik kimlik, cinsiyet ve not ortalamalarına göre 27 kişiden oluşan deney grubu, 19 kişiden oluşan kontrol grubuna ayırmıştır. Haftada iki saatlik dersler ile 10 hafta süren yarı deneysel çalışması sonucunda, başarı ve fene yönelik tutum açısından iki grup arasında anlamlı bir fark olmadığını bulmuştur. Araştırmacı, sonucun böyle çıkmasının kendisinin işbirlikli öğrenme ile ilgili deneyimsizliğinden ve zaman sıkıntısı yaşanmasından kaynaklanabileceğine değinmiştir.

Chung-Schickler (1998)'e göre; Klionsky (1998)'nin çalışmasında, üniversite temel biyoloji dersinde öğrencilerin % 70'i işbirlikli öğrenme yönteminin konuyu öğrenmelerine yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Bunun yanında, küçük gruplarda soru sorarken kendilerini daha rahat hissetmişlerdir. Öğrencilerin sınav sonuçları, işbirlikli öğrenme kullanıldığında kavramların daha iyi bilindiğini göstermiştir.

Yu ve Stokes (1998), öğrencilerin küçük gruplarda problem çözdükleri ve rasgele kaldırılan öğrencinin aldığı notun grup notu olarak verildiği, bu nedenle de öğrencilerin birbirlerine öğretme sorumluluğu taşıdığı çalışmalarını termodinamik dersinde gerçekleştirmişlerdir. Öğrencilerin yönetime ilişkin görüşlerini elde etmek amacıyla uyguladıkları anket sonucunda öğrencilerin çoğunluğunun, yöntemden hoşnut olduğunu, öğrenci merkezli bu yöntemle daha iyi öğrendiklerini düşündüklerini saptamışlardır. Ayrıca yönetime olan katılım ve ilginin hızla arttığını belirtmektedirler.

Aslan ve Afyon (2005)'un aktardığına göre; Nesbit ve Rogers (1997), araştırmalarında işbirlikli öğrenmenin öğrencilerin okuma ve yazma becerilerini geliştirdiğini ve fen kavramlarını öğrenmelerini kolaylaştırdığını vurgulamışlardır. Fen öğretiminde önemli bir yeri olan takımla çalışma becerilerinin kazandırılmasında da yine işbirlikli öğrenmenin etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Broyles (1999)'un aktardığına göre; Blue (1997) çalışmasında, fende ve matematikte ilerlemeyi planlayan bayanların bu dersleri neden daha yüksek sınıflarda erkeklere göre daha çok bıraktığı ve neden daha düşük notlar aldığı sorusuna yanıt aramıştır. Üniversite düzeyi temel fizik dersinde yarı deneysel gerçekleştirdiği çalışmasında, 20 bayan-erkek çiftinden oluşan işbirlikli deney grubu ile 25 bayan-erkek çiftinden oluşan kontrol grubunu öğrencilerin lise geçmişlerine ve fizik ön ölçüm sonuçlarına göre oluşturmuştur. Kuvvet kavram ölçeğine göre iki grup arasında anlamlı bir fark çıkmamıştır. Ancak, işbirlikli öğrenme grubunda bulunan bayan ve erkekler dersi değerlendirdiklerinde ve yazılı yanıt gerektiren açık uçlu soruları yanıtladıklarında, bayanlar tarafından alınan notların genel olarak erkeklerin aldığından daha yüksek olduğu görülmüştür. Broyles (1999), Blue'nun çalışmasından elde ettiği sonuçların, sosyal ve kültürel cinsiyet farklılıkları ile işbirlikli öğrenmenin önemi arasındaki ilişkilere işaret ettiğini belirtmiştir.

Yine Broyles (1999)'un aktardığına göre; Springer, Stanne ve Donovan (1997), 1980 ve daha sonrasında yapılan ortaokul sonrası fen, matematik ve teknoloji mühendisliğinde küçük grup öğrenmeleriyle ilgili 39 araştırmanın konu

çözümlemesini yapmışlardır. Çözümleme sonucu, küçük gruplarda öğrenmenin başarıyı artırdığını, daha olumlu tutuma yol açtığını, öğrenciler arasında sürtüşmeyi azalttığını ortaya koymaktadır.

Broyles (1999)'e göre; Back (1996), Connecticut'ta bulunan iki lisenin 12. sınıf öğrencilerinden 53'ü ile fizik derslerinde vektörlerin toplanması, momentumun korunumu ve Newton hareket yasaları konuları ile ilgili kavram yanlışları üzerinde yaptığı "bilgisayar oyunu oynayarak ve akranlarıyla etkileşimde bulunarak Newton hareket yasalarındaki kavram yanlışlarının değiştirilmesi" başlıklı doktora tezi çalışmasının sonucunda, işbirlikli öğrenme grupları ile bilgisayar oyunu oynayan öğrencilerin, bireysel oynayan öğrencilere göre son ölçümde daha başarılı oldukları sonucunu elde etmiştir.

Samiullah (1995), üniversitede fizik dersindeki mekanik konularının öğretiminde işbirlikli öğrenme yönteminin öğrencilerin başarı ve tutumlarına etkisini araştırdığı çalışmasının verilerini başarı değişkeni için, ön ölçüm-son ölçüm, mekanik kavram ölçeği ve sınıf sınavları, tutum değişkeni için ise öğrenci geri dönütlerinden toplamıştır. Çalışmanın sonuçları, işbirlikli öğrenme yönteminin öğrencilerin derse karşı tutumlarını geliştirdiğini ve öğrencilerin öğrendikleri konular hakkında daha iyi hissetmelerine neden olduğunu ortaya koymuş fakat öğrencilerin başarılarına istatistiksel olarak anlamlı bir katkı sağlayamadığını göstermiştir. Çalışmada ayrıca her gruptaki bireysel başarımlar karşılaştırılarak (deney grubu 13, kontrol grubu 20 kişi) bazı öğrenciler için işbirlikli öğrenme yöntemi iyi iken, bazıları için klasik yöntemin iyi olduğu ortaya çıkarılmıştır. Araştırmacının belirttiğine göre, sonuç olarak işbirlikli öğrenme sınıfındaki öğrenciler materyale ve süreçte yapılanlara karşı olumlu görüşler belirtmişler ve fiziğe yönelik daha iyi duygular geliştirmişlerdir. Tutum artışı başarıya yansımamasına karşın sınıf çevresini pozitif yönde etkilemiştir.

Broyles (1999)'a göre, Hollabaugh (1995) tarafından işbirlikli öğrenme gruplarında fizik problemi çözümü incelenmiştir. Minnesota Üniversitesi'nde cebire dayalı temel fizik dersinde gerçekleştirilen çalışma, kontrol grubunun olmadığı nitel

bir çalışmadır. Çalışmasının sonuçları 14 işbirlikli problem çözme grubunun 13'ünde, öğrencilerin bütün grup üyeleriyle tartışarak, ortak bir yapı geliştirdiklerini göstermiştir.

Broyles (1999)'in aktardığına göre, yapılandırmacı öğrenme kuramının başarı ve tutum üzerindeki etkileri, Andrew (1995) tarafından durum araştırması yapılarak incelenmiştir. Andrew (1995)'in belirttiğine göre, yapılandırmacı kurama göre, öğrenciler bilgilerini çevreleriyle etkileşimde bulunarak oluşturur, bilimsel yöntemleri kullanarak ve işbirlikli akran gruplarında çalışarak elde ederler. Andrew (1995)'in üniversite öğrencileri ve temel fizik derslerindeki temel mekanik kavramları üzerinde yaptığı çalışmasında, deney grubu ile geleneksel grup arasında başarı ölçeği sonuçlarına göre anlamlı bir fark çıkmamıştır. Bununla birlikte, yapılan görüşmeler, belli yapılandırmacı stratejiler kullanıldığında öğrencilerin fen derslerinden daha çok hoşlandıklarını ortaya çıkarmıştır. Bu stratejiler, öğreticiyle etkileşim ve gerçek dünyadaki uygulamaları ile birleştirilmiş öğrenci etkinliklerini öğrenme yaklaşımını içermektedir. Her iki gruba devam eden bayanlar fizik derslerindeki başarıları nedeniyle kariyer seçimleri ile ilgili kendilerine daha fazla güven sergilemişlerdir.

Chung-Schickler (1998)'e göre, Courtney, Courtney ve Nicholson (1994), üniversite istatistik dersinde işbirlikli öğrenme yönteminin kullanılmasının, öğrencilerin % 92'sinin (n=32) güdülenmesini artırdığını, endişeyi azalttığını ve daha fazla sosyal bağlılık sağladığını belirttiklerini rapor etmişlerdir.

Balfakih (2003)'in aktardığına göre, Lonning (1993), fen dersinde kavramsal değişim modeli kullanarak öğrencilerin başarısı ve sözel etkileşimlerine işbirlikli öğrenmenin etkililiğini değerlendirdiği çalışması sonucunda, işbirlikli öğrenme stratejileri kullanan öğrencilerin daha fazla başarı kazandığını ve öğrenme artışıyla ilgili olduğuna inanılan sözel etkileşimi daha fazla kullandığını bulmuştur.

Balfakih (2003)'in çalışmasında belirttiğine göre, Tlusty'nin (1993) üniversite kimya derslerinde erkek ve kız öğrencilerin başarıları ve tutumları

üzerinde odaklandığı çalışmada, cinsiyetler arasında başarıya göre anlamlı farklılık çıkmamışken, kimya çalışmaya ilişkin tutum ve inançlarda önemli farklar çıkmıştır.

Heller, Keigth ve Anderson (1992), “işbirlikli gruplarla problem çözümü öğretimi, 1. bölüm” başlıklı çalışmalarında fizik dersinde işbirlikli gruplarla problem çözümü ile bireysel problem çözümünün öğrencilerin problem çözüme becerilerine etkilerini kıyaslarken, bu çalışmanın devamı niteliğinde olan “işbirlikli gruplarla problem çözümü öğretimi, 2. bölüm” başlıklı Heller ve Hollabaugh (1992) tarafından yapılan çalışmada ise işbirlikli öğrenme gruplarının nasıl oluşturulduğu ve etkinliklerde kullanılan problemlerin nasıl hazırlandığı anlatılmaktadır.

Heller, Keigth ve Anderson (1992) ile Heller ve Hollabaugh (1992) tarafından Minnesota Üniversitesi'nde yapılan iki çalışma, mühendislik, veterinerlik, eczacılık, ziraat gibi farklı bölümlerdeki öğrencilerin ortak olarak aldıkları fizik dersinde yürütülmüştür. Çalışma süresi, haftada elli dakikalık dört ders, yine elli dakikalık bir anlatım bölümü ve bunların yanında iki saatlik laboratuvar dersi olmak üzere gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar bu süre içinde öğrencileri üçerli gruplar halinde gruplandırmışlar ve grup içindeki öğrencilere yönetici, eleştirici ve yazıcı/kontrol edici görevlerini vermişlerdir. Ders kitaplarından alınan ve güncel yaşama yönelik problem durumlarıyla oluşturulan problemler işbirlikli gruplarda, derste ve laboratuvarda öğrenciler tarafından çözülmüştür. Öğrenciler problemlerin çözümünde, problemi açıklayan şekli çizme, problemde kullanacakları kavramları fiziksel olarak açıklama, problem çözüm planı hazırlama, çözüm planını gerçekleştirme ve kontrol ile değerlendirme olmak üzere beş aşama izlemişlerdir. Değerlendirme aşamasında öğrencilere grupta birlikte çözdükleri problemlerden grup puanı, bireysel sınavlardan bireysel puanlar verilmiştir. Yapılan uygulama sonucunda bireysel değerlendirmede en başarılı olan öğrencilerin çözdükleri problemlerdeki başarıları ile gruplarla çözülen problemlerdeki ortak başarı karşılaştırılmıştır. Sonuçta her grubun en iyi problem çözücüsünün çözümünden, grup çözümlerinin anlamlı derecede daha iyi olduğu yani işbirliğinin gerçekleştiği sonucunu bulmuşlardır. Araştırmacılar bunun nedenini, öğrencilerin grup içinde problem

çözerken birbirleriyle etkileşmelerine, kavramları ve çözümü birbirleriyle tartışarak ve farklı düşünceleri değerlendirerek çözüme karar vermelerine dayandırmışlar ve bu şekilde en iyi çözüme ulaşıldığını belirtmişlerdir. Aynı zamanda yapılan çalışmada, işbirlikli problem çözme gruplarının yer aldığı deney grubundaki öğrencilerle, aynı dersi alan ve geleneksel öğretim yönteminin izlendiği öğrenciler karşılaştırıldığında deney grubu öğrencilerinin problem çözüme daha uzman ve yeterli bir durum sergiledikleri görülmüştür.

Chung-Schickler (1998)'in aktardığına göre, Hufford (1991), üniversite biyoloji laboratuvarını küçük grup deneyleri şeklinde yeniden düzenlemiş ve öğrencilerin, daha önce işbirlikli öğrenmeye katılmamış öğrencilerin aldıkları notlardan daha yüksek notlar aldıkları sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Yine Chung-Schickler (1998)'e göre, Smith, Hinckley ve Volt (1991), üniversite temel kimya dersinin öğretiminde jigsaw tekniğini kullanmışlardır ve uygulama sonunda yapılan laboratuvar sınavlarında deney grubu öğrencileri (n=21) kontrol grubu öğrencilerinden (n=31) daha yüksek notlar elde etmişlerdir.

Balfakih (2003)'in belirttiğine göre, Basili'nin (1991) 62 üniversite kimya öğrencisi üzerinde kavramsal değişimi incelemek için yaptığı çalışmasında, deney grubunda bulunan öğrenciler kimya alanında var olan kavram yanlışlarını ortaya çıkarmayı amaçlayan işler üzerinde küçük işbirlikli gruplar halinde çalışarak, kendilerine öğretilen bilimsel kavramlara aykırı olan kavram yanlışlarını tartışmışlardır. Çalışmanın sonucunda, deney grubu hedeflenen beş kavramın dördünde önemli derecede düşük sayıda kavram yanlışlığı göstermiştir.

Aslan ve Afyon (2005)'un aktardığına göre, Slavin (1991) araştırmasında, temel ve ortaöğretim düzeyinde işbirlikli öğrenme tekniklerinin kullanıldığı 70 yüksek nitelikli araştırmayı konu çözümlemesine dayalı bir çalışmayla incelemiştir. İşbirlikli öğrenmenin akademik başarıya etkisinin incelendiği 67 çalışmanın 41'inde (% 61'i) işbirlikli öğrenme tekniklerinin uygulandığı deney grupları için anlamlı farklar bulunmuştur. Yapılan 25 çalışmada (% 37) anlamlı farklar bulunmazken,

yalnızca bir çalışmada kontrol grubu yönünde anlamlı bir fark gözlenmiştir. Araştırma bulguları, arkadaşlık ilişkileri, özürli ve özürli olmayan öğrenciler arasındaki ilişkiler, benlik saygısı ve diğer duyuşsal özellikler açısından da işbirlikli öğrenmenin diğer sınanan yöntemlerden daha etkili olduğunu göstermiştir.

Bilgin ve Geban (2004)'ın aktardığına göre, Nattiv, Winitzky ve Dricky (1991), işbirlikli öğrenme yöntemi uygulanarak ilköğretim ve ortaöğretim öğretmen adayları ile yaptıkları çalışmanın sonucunda, öğrencilerin işbirlikli öğrenme yöntemine ve derse yönelik olumlu tutumlarının olduğunu belirlemişlerdir. Yine bu yöntemin, öğrencilerin arkadaşları ile daha iyi iletişim kurmalarını sağladığını belirlemişlerdir.

Yine Bilgin ve Geban (2004)'a göre, Metz (1988), öğretmen merkezli ve öğrenci merkezli öğretim yaklaşımlarının öğrencilerin kimya dersine yönelik tutum ve başarımlarına etkisini incelediğinde, her iki yöntemle ders işlenen sınıflardaki öğrencilerin başarımlarının aynı olduğunu fakat öğrenci merkezli öğretim yaklaşımının uygulandığı sınıftaki öğrencilerin kimya dersine yönelik tutumlarının daha olumlu olduğunu saptamıştır.

Merebah (1987), Suudi Arabistan'da ortaokul 1. sınıf fen derslerinde kuvvet ve hareket ünitesinin öğretiminde Takım-Oyun-Turnuva tekniğini kullandığı işbirlikli öğrenme grubu ile geleneksel öğretim yöntemini kullandığı kontrol grubunu kıyasladığı doktora çalışmasında, işbirlikli öğrenme yöntemi ile öğrenim gören deney grubunun kontrol grubuna göre son ölçümde anlamlı düzeyde daha başarılı olduğu, her iki grup arasında fene yönelik tutumları açısından anlamlı bir fark çıkmadığı sonuçlarını bulmuştur.

Merebah (1987)'ın aktardığına göre, Foster ve Penick (1985), elektrik devreleri konusunda şekilsel yaratıcılık ölçeğine göre, işbirlikli problem çözerek öğrenen öğrencilerin bireysel problem çözen öğrencilere göre daha yaratıcı oldukları sonucunu bulmuşlardır.

Yine Merebah (1987)'a göre, Johnson (1982), ısı, ses, ışık ve nükleer enerji ünitelerinin öğretiminde işbirlikli, yarışmacı ve bireysel öğrenmenin, 9. sınıf öğrencilerinin başarılarına etkilerini incelediği çalışmasının sonucunda, işbirlikli öğrenme deneyimlerinin öteki yöntemlere göre öğretilen fen konusunda daha uzmanlık sağladığını ve fene yönelik olumlu tutum geliştirdiğini bulmuştur.

Fizik, Kimya, Biyoloji ve Fen Bilgisi derslerinde, işbirlikli öğrenme yönteminin kullanıldığı yurt dışında yapılmış bir çok çalışma bulunmaktadır. Bu kesimde sözü edilen çalışmalar incelendiğinde, işbirlikli öğrenme yönteminin, öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal özelliklerini olumlu yönde etkilediği, ayrıca öğrencilerin sosyal becerilerini geliştirdiği sonucuna varılmaktadır. Değinilen çalışmaların hiç birisinde işbirlikli öğrenme yönteminin olumsuz etkilerine ilişkin bir sonuç bulunmamıştır.

2.5. İşbirlikli Öğrenme Yönteminin Kullanıldığı Yurt İçinde Yapılmış Çalışmalar

Bu bölümde Fizik, Kimya, Biyoloji ve Fen Bilgisi alanlarında, işbirlikli öğrenme yönteminin kullanıldığı yurt içinde yapılmış çalışmalar sunulmaktadır.

Aslan ve Afyon (2005), çalışmalarını 20 deney ve 20 kontrol grubu öğrencisi ile gerçekleştirmişler ve deney grubunda işbirlikli öğrenme yöntemi, kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemini kullanmışlardır. Aslan ve Afyon (2005), ilköğretim 6. sınıf fen bilgisi dersinde “Durgun Elektrik” ünitesinin öğretiminde işbirlikli öğrenme yönteminin Öğrenci Takımları-Başarı Bölümleri tekniğini uyguladıkları çalışmaları sonucunda, işbirlikli öğrenme yönteminin öğrencilerin fen bilgisi dersindeki başarılarını artırdığını, yüksek erişi sağladığını, ama tutumlarını anlamlı derecede değiştirmedini bulmuşlardır.

Aslan ve Afyon (2005), işbirlikli öğrenme yöntemi ile öğrenim gören deney grubu öğrencilerinin fen bilgisi dersine karşı tutumlarının kontrol grubu öğrencilerine göre anlamlı düzeyde artmamış olmasını, tutumların uzun sürede değişen özellikler olması, ölçümlerde öğrencilerin tutumlarını olduğu gibi yansıtması ve

araştırmanın süresinin bu değişiklik için yeterli olmamasından kaynaklanabileceğine bağlamaktadır.

Çalışkan, Selçuk ve Erol (2005), Temel Fizik II laboratuvar dersini alan Kimya Eğitimi (n=18) ile Fen Bilgisi Eğitimi (n=18) öğrencileri üzerinde yaptıkları çalışmalarında, deney grubunda işbirlikli öğrenme yönteminin “Birlikte Öğrenme” tekniği ile özetleme ve soru çıkarma öğretimsel işlerini kullanmışlardır. Çalışmalarında, işbirlikli öğrenme yönteminin, fizik laboratuvar başarısını artırdığı ama laboratuvar dersine yönelik tutumları anlamlı derecede geliştirmediği sonucu ortaya çıkmıştır.

Hevedanlı ve Akbayın (2005)’ın biyoloji öğretiminde tam öğrenmeye dayalı işbirlikli öğrenme ile geleneksel öğretim yöntemlerinin öğrencilerin başarıları, erişileri, öğrendiklerini hatırlama düzeyleri ve derse yönelik tutumları üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçladıkları çalışmaları, lise 1. sınıf öğrencilerinden oluşan iki grup üzerinde yürütülmüştür. Ön ölçüm-son ölçüm kontrol gruplu modelin kullanıldığı çalışmada kontrol grubunda geleneksel öğretim, deney grubunda işbirlikli öğrenme (Birleştirme-II) yöntemi kullanılarak “Canlıların Temel Bileşenleri” ünitesi sekiz haftalık süre ile işlenmiştir. Başarı ölçeği, son ölçümden altı hafta sonra hatırlama ölçeği olarak her iki gruba yeniden uygulanmıştır. Araştırmacılar çalışmalarını sonucunda, tam öğrenmeye dayalı işbirlikli öğrenme yönteminin, öğrenci başarısı, erişim düzeyleri ve hatırlama düzeyleri üzerinde geleneksel öğretim yöntemine göre daha başarılı olduğunu bulmuşlardır. Çalışmada öğrencilerin derse yönelik tutumları arasında anlamlı bir farklılık bulunmazken, sadece deney grubu için başarı ve tutum arasında anlamlı bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır.

Tezcan, Yılmaz ve Babaoğlu (2005), lise 2. sınıf öğrencileri ile kimya dersi radyoaktivite konusu üzerine yaptıkları dört hafta süren çalışmalarının sonucunda, işbirlikli öğrenme yönteminin uygulandığı deney grubu öğrencilerinin geleneksel öğretim yönteminin uygulandığı kontrol grubu öğrencilerine göre daha başarılı olduklarını bulmuşlardır. Ayrıca araştırmacılar, işbirlikli öğrenme yönteminin deney

grubu üyelerine canlılık, heves ve özgüven getirdiğinin gözlemlendiğini, diğer derslerde pek konuşmayan ve görüş belirtmekten çekinen öğrencilerin bile daha cesaretle derse katıldığını, düşüncesini söylerken daha cesaretli olduğunun görüldüğünü belirtmektedirler.

Dilek ve Gürdal (2004), fizik dersinde ısı, sıcaklık ve genleşme konularında işbirlikli öğrenme yönteminin ortaöğretim 9. sınıf öğrencilerinin akademik başarısına ve hatırlamaya etkisini incelediği çalışmasında Birleştirme I ve II tekniklerini kullanmışlardır. Uygulamadan önce başarı ölçeğini ön ölçüm olarak, uygulamadan sonra son ölçüm olarak ve son ölçümden 10 hafta sonra hatırlama ölçeği olarak yeniden uygulamışlardır. İşbirlikli öğrenme yöntemiyle konuyu öğrenen deney grubu öğrencilerinin (N=25) başarılarının ve hatırlama düzeylerinin, geleneksel yöntemle ders işlenen kontrol grubu öğrencilerinin (N=25) başarılarından daha yüksek olduğu sonucunu bulmuşlardır.

Bilgin ve Geban (2004), sınıf öğretmenliği 3. sınıf öğrencileri üzerinde 12 hafta süren çalışmalarında, deney grubunda işbirlikli öğrenme yönteminin “Öğrenci Takımları Başarı Bölümleri” tekniğini, kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemini kullanmışlardır. Araştırmacılar, deney grubundaki öğrencilerin fen bilgisi öğretimi dersindeki başarılarının ve fen bilgisi dersine yönelik tutumlarının kontrol grubundaki öğrencilere göre daha iyi olduğu sonucunu bulmuşlardır. Ayrıca çalışmalarında, deney grubu öğrencilerinin işbirlikli öğrenme yöntemi hakkındaki görüşlerini de incelemişler ve olumlu görüşlerin olumsuz görüşlerden daha fazla olduğunu bulmuşlardır.

Ateş (2004), işbirlikli öğrenme yönteminin öğrencilerin fen bilgisi dersindeki başarısı ile fen bilgisi dersine yönelik tutumlarına etkisini incelediği ve 13-15 yaş grubunda olan ilköğretim 6. ve 7. sınıf öğrencileri üzerinde gerçekleştirdiği yüksek lisans tez çalışmasında, işbirlikli öğrenme yönteminin geleneksel öğretim yöntemine göre öğrencilerin fen bilgisi dersindeki başarılarını anlamlı bir şekilde artırdığı ve fen bilgisi dersine yönelik tutumlarını anlamlı bir şekilde olumlu yönde geliştirdiği sonucunu ortaya koymuştur.

Sucuoğlu (2003), işbirlikli öğrenmenin ve geleneksel öğretimin öğrencilerin yüklemeleri, edimi ve öğrenme stratejisi kullanımını üzerindeki etkilerini ve işbirlikli öğrenme gruplarındaki etkileşim örüntülerini incelediği doktora tez çalışmasını, lise 1. sınıf biyoloji öğrencileri ile gerçekleştirmiştir. Araştırma sonunda, işbirlikli öğrenme yönteminin öğrencilerin biyoloji başarısını artırdığını saptamıştır.

Erdem ve Morgil (2002) tarafından yapılan çalışmanın amacı, kimya derslerinde ortaklaşa ve işbirliği yapılarak oluşturulan kk grupta öğrenme ortamlarına katılan kimya ğretmenliği ğrencilerinin görüşlerini ve bu grupların öğrencileri ne anlamda etkilediğini belirlemek ve bu etkinliklerin nasıl daha iyi duruma getirilebileceğini saptamaktır. Çalışmanın sonucunda öğrencilerde grup bilincinin oluştuğu, grup içi iletişim, güven, sorumluluk ve sorunlarla uğraşma becerilerinin geliştiği gözlenmiş, öğrenciler arasında bu uygulamaya yönelik farklı görüşlerin oluştuğu saptanmıştır. Çalışmada ayrıca kk grupta öğrenme etkinliklerinin ğretmen kontrolünde yapıldığında daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Altıparmak ve Nakipoğlu (2002)'nin biyoloji ğretiminde işbirlikli öğrenme ile geleneksel ğretim yöntemlerinin öğrencilerin laboratuvara yönelik tutumları ve laboratuvar derslerindeki başarısı üzerine etkilerini incelemeyi amaçladıkları çalışmaları, lise 2. sınıf öğrencilerinden oluşan deney ve kontrol grubu üzerinde yrtlmştir. Deney grubuna işbirlikli ğrenmenin Birleştime I tekniğinin, kontrol grubuna geleneksel ğretim (düz anlatım, soru-yanıt ve gösteri) yöntemlerinin uygulandığı çalışma dört hafta srmştir. Araştırma sonucunda, öğrencilerin laboratuvar çalışmalarına yönelik tutumlarında anlamlı bir fark olmadığı, ancak ğrenci başarısı yönünden deney grubu için anlamlı bir fark olduğu grlmştir.

Altıparmak (2001) yüksek lisans tez araştırmasında, biyoloji ğretiminde işbirlikli öğrenme yönteminin öğrencilerin laboratuvara yönelik tutumları ve laboratuvar dersindeki başarıları üzerine etkilerini incelemiştir. Biyoloji ğretmenliği

bölümünde okuyan 1. ve 2. sınıf öğrencileri üzerinde yürütülen araştırmanın sonucunda, mikrobiyoloji laboratuvarında öğrenci başarısı yönünden deney grubu için anlamlı bir fark olduğu, ancak tohumlu bitkiler laboratuvarında deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir farkın olmadığı saptanmıştır. Çalışmada ayrıca öğrencilerin laboratuvara yönelik tutumlarında her iki laboratuvarında deney grupları yönünde anlamlı farklar elde edilmiştir. Çalışmada, deney grubunda işlenen derslerde işbirlikli öğrenme yönteminin Birleştirme-I tekniği kullanılmıştır.

Nakiboğlu ve Benlikaya (2001) tarafından yapılan çalışmada, tam öğrenmeye dayalı işbirlikli öğrenme yönteminin öğrenme-öğretme sürecine getirdiği katkılar, öğretim hizmeti niteliği ve öğrenme ürünleri dikkate alınarak, “maddenin oluşumu” ünitesi kapsamındaki konularda incelenmiştir. Çalışma öğretmen adayları ile yapılmış, veriler öğretim üyesinin dersin işlenişi ile ilgili görüş ve gözlemleri, kalıcılık ölçeği ve öğrencilerin ders hakkındaki yazılı görüşlerinden toplanmıştır. Araştırma sonucunda tam öğrenmeye dayalı işbirlikli öğrenme yönteminin öğrencilerin hatırd tutma düzeylerini arttırdığı, duyuşsal ürünler üzerinde olumlu yönde gelişmeler yarattığı, öğrenme hızlarını geliştirdiği belirlenmiştir. Ayrıca öğretim hizmeti niteliğine yönelik bulgular, yöntemin öğrenci katılımının sağlanmasında, pekiştireç, dönüt ve düzeltmelerin verilmesinde kolaylık sağladığını göstermiştir. Çalışmada öğrencilerin kendilerine olan güveninin arttığının belirlenmesi, daha sonraki derslere öğrencilerin daha istekli katılması, yorum yapmayı öğrenmeleri, diğer derslerde de tartışmayı sürdürmeleri ve ders zamanının geçtiğini fark etmemeleri olumlu duygu ve ilgi düzeylerinin arttığını ve duyuşsal ürünlerde olumlu yönde gelişmeler olduğunu göstermektedir.

Aslan ve Afyon (2005)’e göre, Kurt (2001), yüksek lisans tez çalışmasında, fen eğitiminde işbirlikli öğrenmenin öğrenci başarısını olumlu yönde etkilediğini ve işbirlikli öğrenme yöntemiyle öğrenilen bilgi ve kavramların daha kolay ve yüksek düzeyde hatırlandığını ortaya koymuştur.

Aslan ve Afyon (2005)’un aktardığına göre, Ertekin (2001) yüksek lisans tez çalışmasında, geleneksel öğretim yöntemleri ile işbirlikli öğrenme yönteminin

öğrenci başarısı ve hatırdaki tutma düzeyleri üzerindeki etkinliğini “Elektrik, Enerji” ünitesi kapsamındaki konularda ve ünite süresince incelemiştir. Araştırma sonucunda, fen bilgisi dersinde işbirlikli öğrenmenin, geleneksel öğretim yöntemlerine göre başarı ve hatırdaki tutma düzeyini yükseltmede daha olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Yine Aslan ve Afyon (2005)’un aktardığına göre, Kaptan ve Korkmaz (2000)’in araştırmaları 122 hizmet öncesi öğretmeni kapsamaktadır. Bu araştırmanın sonuçları, işbirliğine dayalı fen öğretimi etkinliklerinin uygulandığı sınıftaki öğrencilerin fenle ilgili özyeterlik inanç düzeylerinin, geleneksel öğretimin yapıldığı sınıflardakilere göre daha olumlu olduğunu göstermiştir.

Şahin (1996), ilköğretim okulu 4. ve 5. sınıf öğrencilerine işbirlikli öğrenme grupları ile fotosentez ve hücre kavramlarına ilişkin kavram haritası ve benzetmeler (anoloji) yaptırdığı çalışması sonucunda, deney grubu öğrencilerinin son ölçüm ve son görüşme sonuçlarına göre kontrol grubundan % 25 oranında daha başarılı olduklarını bulmuştur. Araştırmacı ayrıca işbirliğinin, öğrencilerin; arkadaşlarından yardım isteme, düşüncelerini özetleyebilme, arkadaşlarının sonuçlarını sentezleyebilme, kendi görüşlerini analiz etme, arkadaşlarının görüşlerini analiz etme, çok yönlü düşünme yeteneklerini geliştirdiğini belirtmektedir. Şahin (1996), işbirliği grubunda çalışan öğrencilerde tek başına çalışan öğrencilerden daha doğru kavramlar gelişmiş olduğunu, öğrenciler arasındaki işlevsel işbirliğinin bazı yanlış kavramların azalmasına yol açtığını, böylece problem çözümü ve kavram gelişiminin sağlandığını vurgulamaktadır.

Kasap (1996) yüksek lisans tez çalışmasında, işbirlikli öğrenme ve geleneksel öğretim yöntemlerinin fen başarısı, hatırdaki tutma ve öğrenci yüklemeleri üzerindeki etkilerini ve işbirlikli öğrenme gruplarındaki etkileşim örüntülerinin ilişkilerini incelemiştir. Bu çalışmada kontrol gruplu ön ölçüm-son ölçüm araştırma deseni uygulanmıştır. Araştırma 1995-1996 öğretim yılı ikinci döneminde ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinden seçilen 74 öğrenci üzerinde fen bilgisi derslerinde, sekiz haftalık bir sürede yürütülmüştür. Araştırma verileri başarı ölçeği ön ölçümü ve son ölçümü, yükleme ölçeği ve öğrencilere uygulanan derinlemesine görüşme kayıtları

ile toplanmıştır. Araştırma sonunda fen başarısı ve hatırdaki kalıcılık üzerinde işbirlikli öğrenme yönteminin, geleneksel öğretim yöntemine göre daha etkili olduğu bulunmuştur. Ayrıca işbirlikli öğrenme yönteminin, öğrencilerin başarısızlık yüklemeleri üzerinde olumlu etkilerinin olduğu saptanmıştır.

Aslan ve Afyon (2005)'a göre, Akın (1996)'ın yüksek lisans tez çalışması, işbirlikli öğrenme yöntemi ile geleneksel öğretim yöntemlerinin, fen bilgisi dersindeki akademik başarı üzerinde etkilerinin incelenmesi amacını taşımaktadır. İlköğretim 4. sınıf öğrencileri üzerinde sürdürülen araştırma sonucunda, işbirlikli öğrenme yönteminin uygulandığı deney grubundaki öğrencilerin başarı ölçeğinde, geleneksel öğretim yöntemlerinin uygulandığı kontrol grubundaki öğrencilerden daha başarılı oldukları belirlenmiştir. Ayrıca, geleneksel öğretim yöntemlerinin uygulandığı gruplarda edilgin olan öğrencilerin, işbirlikli öğrenme yönteminin uygulandığı sırada etkin olarak derse katıldıkları, çekingen, sıkılgan öğrencilerin işbirlikli öğrenme ile güven kazandıkları, öğrencilerin fen bilgisi dersine karşı olumlu duygularının ve derse katılımlarının arttığı belirlenmiştir.

Fizik, Kimya, Biyoloji ve Fen Bilgisi derslerinde, işbirlikli öğrenme yönteminin kullanıldığı yurt içinde yapılmış çalışmalar, yurt dışında yapılanlar kadar çok olmasa da yeterince bulunmaktadır. Ne varki yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu Fen Bilgisi alanında, bir miktarı Kimya ve Biyoloji alanlarında, çok azı ise Fizik alanında gerçekleştirilmiştir. Bu kesimde sözü edilen yurt içinde gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde, yurt dışında yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlara benzer olarak, işbirlikli öğrenme yönteminin, öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal özelliklerini olumlu yönde etkilediği, öğrencilerin sosyal becerilerini geliştirdiği sonucu ortaya çıkmaktadır. Değinilen yurt içinde gerçekleştirilmiş çalışmaların hiç birisinde de, işbirlikli öğrenme yönteminin olumsuz etkilerine ilişkin bir sonuç bulunmamıştır.

Gerek yurt dışında ve gerekse yurt içinde; termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularının öğretimine ilişkin çalışmalar ile işbirlikli öğrenme yönteminin Fizik, Kimya, Biyoloji ve Fen Bilgisi derslerinde kullanıldığı çalışmalar bu bölümde sunulmuştur. Sonraki bölümde, araştırmanın yöntemi açıklanacaktır.

BÖLÜM 3

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeline, evren ve örnekleme, veri toplama araçlarına, deney desenine, araştırma sürecinde izlenen işlemlere ve veri çözümleme tekniklerine değinilmektedir.

3.1. Araştırma Modeli

Araştırmada ön ölçüm- son ölçüm kontrol gruplu deneme modeli kullanılmıştır (Karasar, 2000: 97). Kontrol ve deney gruplarının oluşturulmasında öğrencilerin not ortalamalarının kullanılmasından dolayı yarı deneysel model izlenmiştir (Ekiz, 2003: 102). İşbirlikli öğrenme yöntemi ve geleneksel öğretim yöntemi çalışmanın bağımsız değişkenlerini; öğrenci başarısı, hatırlama düzeyi, tutumu, güven ve önemi çalışmanın bağımlı değişkenlerini oluşturmaktadır.

3.2. Evren ve Örneklem

Kullanılan modelin deneme modeli olması nedeniyle, örneklem sayısı az olduğundan sonuçların evrene genellenmesi söz konusu olamayacaktır.

Çalışmanın örneklemini, bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi fizik eğitimi anabilim dalının üçüncü sınıfında okutulan termodinamik dersine devam eden 40 öğrencisi oluşturmaktadır.

3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmanın verileri aşağıda belirtilen veri toplama araçları ile toplanmıştır.

3.3.1. Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konuları Başarı Ölçeği

Başarı ölçeğinin geliştirilebilmesi amacıyla kaynak kitaplar ve alanyazından yararlanılarak, soru bankası oluşturulmuştur. Sayısal çözüm gerektiren sorular kaynak kitaplardan seçilmiş (Çengel ve Boles 1996; Serway 1995; Wilson ve Bufo 2000; Yalçın ve Gürü 1999), kavramsal soruların bir kısmı küçük değişikliklerle alanyazından alınmış (Hewitt 1989; Johnstone, MacDonald ve Webb 1977; Sözbilir 2001), çoğunluğu ise alanyazında yer alan ve Bölüm 2’de sunulan kavram yanılgılarına yönelik olarak araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Bütün soruların çeldiricileri, olası yanılgılar düşünülerek araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Sayısal problemleri seçerken elle çözülebilen yani hesap makinesi gerektirmeyen sorular seçilmiştir.

Başarı ölçeğinin, kapsam geçerliğini sağlayabilmesi amacıyla öncelikle konunun bilişsel hedef ve davranışları Bloom’un bilişsel alan sınıflandırmasına uygun olarak Bilgi, Kavrama, Uygulama, Analiz, Sentez ve Değerlendirme basamaklarında yazılmış, bu hedef ve davranışları ölçmeye yönelik 40 tane sorunun başarı ölçeğine konulmasına karar verilmiştir. Yine başarı ölçeğinin kapsam geçerliliğinin sağlanabilmesi amacıyla üç konu uzmanı ölçeği incelemiş, soru sayısı 38’e indirilmiş ve sorularda gerekli görülen düzeltmeler yapılmıştır. Soruların anlaşılabilirliğinden emin olmak amacıyla ölçek, iki uzmana anlam yönünden incelenmiş, üç fizik eğitimi öğrencisine çözdürülmüş ve soruların yanlış anlaşılmağına karar verilmiştir.

Her biri beş seçenekten oluşan 38 soruluk ölçeğin, dokuz sorusu Bilgi, 13 sorusu Kavrama, 10 sorusu Uygulama, beş sorusu Analiz ve bir sorusu Değerlendirme basamağındadır. Hangi bilişsel basamakta ve hangi konuda kaç tane soru olduğunu veren belirtke çizelgesi Tablo 3.1’de sunulmaktadır.

Ölçek, araştırmacı tarafından süre tutularak çözülmüş, ölçeği yanıtlayan üç öğrencinin görüşlerinden de yararlanarak ölçeği çözenin 30-60 dakika arasında zaman alacağı anlaşılmıştır.

Tablo 3.1
Güvenirlilik Öncesi Başarı Ölçeği Belirtke Çizelgesi

Konular		Bilişsel Alan	Bilgi	Kavrama	Uygulama	Analiz	Değerlendirme
Termodinamiğin İkinci Yasası	İkinci Yasa ve Açıklamaları	11	17-21-22-23				
	Isı Motorları	5		29-30	38	10	
	Isı Pompası		12	33			
	Soğutucular		25	32	37		
	Carnot Çevrimi	14		28	31-38	10	
<i>Toplam</i>		3	6	5	3	1	
Entropi	Clausius Eşitsizliği, Entropi (matematiksel tanımı, gösterilimi, birimi)	18					
	Entropi Değişimi	2-4- 13	1-6-7-9-19-20	34-35-36	15-16- 31		
	Entropinin Artışı İlkesi	3-8					
	Entropi Değişiminin Nedenleri	4-13	9				
	Entropi Nedir? (niteliksel tanımı)		1-24				
	T-S Diyagramı			26-27			
<i>Toplam</i>		6	7	5	3		
TOPLAM		9	13	10	5	1	
TOPLAM		38 SORU					
(Koyu yazılı numaralar, iki konu alanına giren tek soruları temsil etmektedir. 31. soru iki bölümde de ortaktır.)							

Ölçeğin güvenirlilik çalışmasının gerçekleştirilmesi amacıyla, hazırlanan başarı ölçeği İzmir ilindeki farklı iki üniversitenin (Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü ve Eğitim Fakültesi Fizik Eğitimi Anabilim Dalı, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü) termodinamik dersi almış olan toplam 208 öğrencisine uygulanmıştır. Veriler Finesse programında KR-20 güvenirlilik analizi yapılarak değerlendirilmiştir. Madde analizi sonuçlarına göre ayırt ediciliği 0,20'nin altında olan 10 sorunun çalışmadığı anlaşılmış ve bu sorular ölçekten çıkarılarak, ayırt edicilikleri 0,22 ile 0,53 arasında değişen 28 sorudan oluşan ölçek son durumuna getirilmiştir. Genellikle ayırtıcılığı 0,20 ile 0,30 arasında değişen maddeler ölçekte kullanılabilir niteliktedir. Ayırtıcılığı 0,30 ile 0,40 arasında olan maddeler iyi; ayırtıcılığı 0,40'tan daha yüksek olan maddeler ise çok iyi sayılabilir (Özçelik, 1997:

125). Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konuları Başarı Ölçeği'nin güvenilirlik katsayısı 0,78 olarak bulunmuştur. Tan ve Erdoğan (2004: 184)'ın aktardığına göre; Kehoe (1995), 10-15 civarı maddeden oluşan çoktan seçmeli başarı ölçekleri için 0,50 kadar düşük bir KR-20 güvenilirlik katsayısının yeterli olacağı ve 50 maddenin üzerindeki ölçekler için ise KR-20 değerinin en az 0,80 olması gerektiğini belirtmektedir. Buna göre, 28 maddeden oluşan başarı ölçeğinin iyi bir güvenilirliğinin olduğunu söylenebilir. Özçelik (1997: 117) de grup karşılaştırmasında kullanılmak üzere hazırlanan ölçeklerin güvenilirliklerinin 0,60-0,80 arasında olabileceğini belirtmektedir.

Tablo 3.2

Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konuları Başarı Ölçeği Belirtke Çizelgesi

Konular		Bilişsel Alan	Bilgi	Kavrama	Uygulama	Analiz	Değerlendirme
Termodinamiğin İkinci Yasası	İkinci Yasa ve Açıklamaları			15, 16			
	Isı Motorları	5			21, 22	28	10
	Isı Pompası				25		
	Soğutucular			17	24		
	Carnot Çevrimi	12			20	23, 28	10
<i>Toplam</i>			2	3	5	2	1
Entropi	Clausius Eşitsizliği, Entropi (matematiksel tanımı, gösterilimi, birimi)	14					
	Entropi Değişimi	2-4- 11	1-6-7-9-		26-27	13, 23	
	Entropinin Artışı İlkesi	3-8					
	Entropi Değişiminin Nedenleri	4-11	9				
	Entropi Nedir? (niteliksel tanımı)			1			
	T-S Diyagramı				18-19		
<i>Toplam</i>			6	4	4	2	
TOPLAM			8	7	9	3	1
TOPLAM			28 SORU				
(Koyu yazılı numaralar, iki konu alanına giren tek soruları temsil etmektedir. 23. soru iki bölümde de ortaktır.)							

Son biçimine getirilen 28 soruluk ölçeğin, sekiz sorusu bilgi, yedi sorusu kavrama, dokuz sorusu uygulama, üç sorusu analiz ve bir sorusu değerlendirme basamağındadır. Hangi soruların hangi bilişsel basamakta ve hangi konuda bulunduğu Tablo 3.2’de sunulmaktadır.

Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konuları Başarı Ölçeği EK-1’de sunulmaktadır.

3.3.2. Termodinamik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği

Öğrencilerin derse olan tutumlarının başarıyı etkileyen başlıca etkenlerden biri olduğu bilinmektedir (Üstüner ve Sancar 1999; Uz ve Eryılmaz 1999). Araştırmalar, öğrenci tutumlarının eğitimin niteliği için önemli olduğunu göstermektedir (Uz ve Eryılmaz, 1999). Öyleyse öğrencilerin bir derse karşı geliştirmiş oldukları tutumlarından haberdar olmak ve tutumlarını eğitim yoluyla olumlu yönde geliştirmek önemlidir. Bu nedenle termodinamik dersine yönelik tutum ölçeğinin geliştirilmesi amacıyla, termodinamik dersi almış olan 37 fizik eğitimi öğrencisinden dersle ilgili görüşlerini bir kompozisyon şeklinde yazmaları istenmiş, öğrenci cümlelerinden, ayrıca Aktamış, Tanel ve Ergin (2004) tarafından daha önce geliştirilmiş olan fizik dersine yönelik tutum ölçeğinden yararlanılarak 57 maddelik (28’i olumlu, 29’u olumsuz) 5’li Likert tipi bir ölçek hazırlanmıştır. Ölçek iki uzman tarafından incelenerek tutum maddelerinin anlaşılır ve tek boyutlu olduğu belirlenmiştir. Güvenirlik çalışması için, hazırlanan ölçek İzmir ilindeki farklı iki üniversitenin (Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü ve Eğitim Fakültesi Fizik Eğitimi Anabilim Dalı, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü) termodinamik dersi almış olan toplam 227 öğrencisine uygulanmıştır.

Verilerin analizinde SPSS 11.0 istatistik programı kullanılmıştır. Faktör analizi, asal eksenlere göre varimax döndürmesi ile döndürülmüş temel bileşenler analizi seçilerek yapılmıştır. Ölçeğin, toplam varyansın % 44’ünü açıklayan üç alt faktörden oluştuğuna karar verilmiştir. Ölçekteki bir maddenin bir faktördeki yükü

0,40'ın üstünde ise madde o faktörde sayılmıştır. Yük değeri 0,40'ın altında olan maddeler ölçekten çıkarılmıştır.

57 maddelik ölçeğin verilerine ayrıca güvenilirlik analizi yapılmıştır. Böylece, faktör analizi ve güvenilirlik analizi sonuçlarından yola çıkılarak 12 madde ölçekten çıkarılmış ve 45 maddelik son durumuna getirilmiştir.

Ölçeğin Croanbach α güvenilirlik katsayısı 0,96 olarak bulunmuştur. Böylece yüksek güvenilirlikli ve 45 maddeden oluşan (24'ü olumlu, 21'i olumsuz) Termodinamik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği geliştirilmiştir (EK-2).

Termodinamik dersine yönelik tutum ölçeğinin geliştirilmesi ve bazı etkenlere göre incelenmesi, Kalem Tanel, Kaya Şengören ve Kavcar (2005) tarafından daha önce bir kongrede sunulmuş ve kongre kitapçığında yayınlanmıştır.

3.3.3. Fizik Dersine Yönelik Güven ve Önem Ölçeği

Daubenmire (2004)'in aktardığına göre; öğrencilerin başarıya yeteneklerine yönelik kendilerine olan güvenleri başarıyı etkilediği (Bandura, 1993) için, araştırmada işbirlikli öğrenme yönteminin öğrencilerin güvenleri üzerindeki etkisi ile ilgilenilmiştir.

Doubenmire (2004) tarafından geliştirilen güven ölçeği maddeleri araştırmacı ve aynı anabilim dalındaki çalışma arkadaşları (Zafer Tanel ve Serap Kaya Şengören) tarafından Türkçe'ye çevrilip fiziğe uyarlanmış, 3 madde eklenmiştir. 38 maddeden oluşan ölçek 265 öğrenciye uygulanmış, güvenilirlik analizi sonucu 5 madde atılarak Cronbach α güvenilirlik katsayısı 0,92 olan ve 33 maddeden oluşan son durumuna getirilmiştir (EK-3).

Ölçeğin, öğrencilerin fizik dersi ile ilgili kendilerine duydukları güven ile fizik dersini anlamaları ve öğrenmelerinde etkili olan etmenlere verdikleri önem olmak üzere farklı maddelerden oluşması nedeniyle; sadece güven yerine güven ve

önem ölçeği olarak adlandırılmasına karar verilmiştir. Ölçeğin güven alt boyutunun (10 madde) güvenilirlik katsayısı 0,86 iken, önem alt boyutunun (23 madde) güvenilirlik katsayısı 0,90 olarak bulunmuştur.

3.4. Deney Deseni

Araştırmanın deney deseni Tablo 3.3’de verilmektedir.

Tablo 3.3
Deney Deseni

Grubun Adı	Deney Öncesi	Denel İşlemler	Deney Sonrası	Geciktirilmiş Ölçüm
İşbirlikli Öğrenme Grubu (N=20)	Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konuları Başarı Ölçeği	İşbirlikli Öğrenme (Birlikte Öğrenme + Birlikte Sorulmuş İşler)	Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konuları Başarı Ölçeği	Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konuları Başarı Ölçeği
	Termodinamik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği		Termodinamik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği	
	Fizik Dersine Yönelik Güven ve Önem Ölçeği		Fizik Dersine Yönelik Güven ve Önem Ölçeği	
			Kompozisyon Yazdırılması	
Geleneksel Öğrenme Grubu (N=20)	Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konuları Başarı Ölçeği	Geleneksel Öğretim Yöntemleri	Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konuları Başarı Ölçeği	Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konuları Başarı Ölçeği
	Termodinamik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği		Termodinamik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği	
	Fizik Dersine Yönelik Güven ve Önem Ölçeği		Fizik Dersine Yönelik Güven ve Önem Ölçeği	
			Kompozisyon Yazdırılması	

Tablo 3.3’den de anlaşılacağı üzere deney öncesi her iki gruba da Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konuları Başarı Ölçeği, Termodinamik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği ve Fizik Dersine Yönelik Güven ve Önem Ölçeği uygulanmıştır. Deney sürecinde, deney grubu öğrencilerine işbirlikli öğrenme yöntemi teknikleri ile etkili öğrenme işleri uygulanmış, kontrol grubu öğrencilerine ise geleneksel öğretim yöntemleri uygulanmıştır. Uygulama sürecinin sonunda ön ölçüm olarak uygulanan ölçekler her iki gruba son ölçüm olarak yeniden uygulanmış, ayrıca her iki grup öğrencilerine termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularının

öğretiminde izlenen yöntemler hakkındaki görüşlerini bir kompozisyon biçiminde yazmaları istenmiştir. Son ölçümlerden yaklaşık 10 hafta sonra başarı ölçeği her iki grup öğrencilerine hatırd tutma ölçeği olarak yeniden uygulanmıştır.

3.5. Araştırmada İzlenen İşlemler

Araştırmada şu işlemler izlenmiştir:

1. Alan yazın incelemesi gerçekleştirilmiştir.
2. Termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularına yönelik hedef ve davranışlar belirlenmiştir (EK 4).
3. Ön hazırlık yapılmıştır.
4. Veri toplama araçları geliştirilmiştir.
5. Araştırma materyalleri hazırlanmıştır (EK-5).
6. Konulara yönelik günlük ders planları hazırlanmıştır (EK-6).
7. İlgili makamdan gerekli izin alınmıştır (EK-7).
8. Deneysel ve kontrol grupları oluşturulmuştur.
9. Başarı ölçeği, tutum ölçeği, güven ve önem ölçeği ön ölçüm olarak gruplara uygulanmıştır.
10. Deney işlemleri gerçekleştirilmiştir.
11. Başarı ölçeği, tutum ölçeği, güven ve önem ölçeği son ölçüm olarak gruplara yeniden uygulanmıştır. Ayrıca izlenen öğretim yöntemi ve uygulamanın içeriğine yönelik öğrenci görüşleri alınmıştır.
12. Son ölçümden yaklaşık 10 hafta sonra başarı ölçeği, hatırd tutma ölçeği olarak yeniden uygulanmıştır.
13. Elde edilen verilerin analizi yapılmıştır.

Araştırmada izlenen bazı işlemler ayrıntılı olarak aşağıda anlatılmaktadır.

3.5.1. Ön Hazırlık

Araştırmacı, yöntem hakkında deneyim kazanmak ve yöntemin uygulamalarını uzman bir kişiden izlemek amacıyla, 2004-2005 eğitim-öğretim yılında Prof. Dr. Kamile Ün Açıköz'ün Rehberlik Bölümü öğrencilerine verdiği Özel Öğretim Yöntemleri dersine kendisinin izniyle bir dönem boyunca (14 hafta)

katılmış ve derste yapılan etkili öğrenme ve işbirlikli öğrenme etkinliklerinde bulunmuştur.

3.5.2. Araştırma Materyallerinin Hazırlanması

Birlikte sorulmuş birlikte öğrenelim tekniğinde okuma parçalarına, soru-yanıt kartlarına, grup sunumunu değerlendirme formuna ve bireysel sınav sorularına gereksinim vardır. Birlikte öğrenme tekniğinin uygulanabilmesi içinse çalışma yaprakları gereklidir. Birlikte öğrenme tekniğini uygularken çalışma yapraklarında öğretimsel işlerin işe koşulabilmesi için de, konuların uygulanan teknik ve öğretimsel işlere uygun olarak verildiği okuma parçalarının hazırlanması gereklidir.

Bu amaçla ulaşılabilen bütün termodinamik kitapları incelenmiş, öncelikle içeriğe ve konuların hangi sırada verileceğine karar verilmiştir. Daha sonra hangi kitaptan hangi konunun alınmasının daha yararlı olacağına karar verilerek dokuz adet termodinamik kitabından bir derleme yapılmış, konuların hepsi bilgisayarda yazılarak okuma parçaları hazırlanmıştır (Çengel ve Boles 1996; Çetinkaya 1999; Erk 1994; Hewitt 1989; Jones ve Dugan 2003; Sears ve Salinger 2002; Telli 1998; Yalçın ve Gürü 1999; Yamankaradeniz 2004). Fırsat eşitliğinin sağlanabilmesi amacıyla yani her iki grubun aynı ders araçlarından yararlanabilmesi için öğrencilerin okuma parçalarını edinmeleri sağlanmıştır. Böylece konu bilgisi yönünden her iki grup arasında ayırım yapılmaması garanti altına alınmış, deney grubunda uygulanacak etkinliklerde kullanılacak önemli bir araç hazırlanmıştır. Çalışma yapraklarında kullanılan ne varki okuma parçalarında bulunmayan her problem kontrol sınıfında da yazdırılarak, problemlerin tahtada öğrenciler tarafından çözülmesi sağlanmıştır.

Uygulamada kullanılacak çalışma yaprakları da geliştirilmiştir. Bunun yapılabilmesi amacıyla, her konuya uygun teknik belirlenmiş, ayrıca birlikte öğrenme tekniğine uygun öğretimsel işler seçilmiştir. Öğrencilerde araç bağımlılığını sağlayacak olan çalışma yaprakları hazırlanmıştır.

Cochran (2005), Carnot ilkesini uygulayabilmek için öğrencilerin verim ve Carnot verimi denklemlerini bilmek yani ezberlemek zorunda olduklarını söylemektedir. Çalışma yaprakları hazırlanırken, ısı makinelerinin verim bağıntılarını, soğutucu ve ısı pompalarının etkinlik katsayısı bağıntıları ile Carnot ısı makinelerinin verim bağıntılarını, Carnot soğutucu ve ısı pompalarının etkinlik katsayısı bağıntılarını öğrencilerin kendilerinin çıkarmaları amaçlanmıştır. Her iki grup öğrencilerine de bu bağıntıların ezberlenmeden çıkarılabileceği vurgulanmış ve bu sonuca deney grubu çalışma yaprakları ile ulaştırılmaya çalışılırken, kontrol grubu tahtaya öğrenciler kaldırılarak ulaştırılmaya çalışılmıştır.

3.5.3. Deney ve Kontrol Gruplarının Oluşturulması

Deney ve kontrol grupları, öğrencilerin 2. sınıf sonundaki not ortalamaları kullanılarak başarı yönünden eşit olacak biçimde (başarı durumlarına göre sıralanıp, rasgele atama yapılarak yani sıra numarası tek olanlar bir grupta, çift olanlar diğer grupta olacak şekilde) yansız atama ile belirlenmiştir. Grupların bu şekilde oluşturulması, öğrencilerin ön öğrenmeleri ve bilişsel giriş davranışları ile sözel yeteneklerindeki farklılıklardan kaynaklanabilecek bozucu etkileri denetlemeyi sağlar (Bloom, 1979, aktaran, Açıköz, 1993).

Üçüncü sınıfta verilen termodinamik dersine devam eden 40 öğrencinin 20'si kontrol grubunu, 20'si deney grubunu oluşturmaktadır. Yapılan çalışmada, termodinamik dersine devam eden öğrenci sayısının 40 olması nedeniyle, deney ve kontrol gruplarındaki öğrenci sayısının 20 olması bir zorunluluk olmuştur. Ne varki Mills, McKittrick, Mulhall ve Feteris (1999), 16-20 arasında öğrenci sayısının, öğrencilerin öğretmeni ve öğretmenin öğrencileri tanıması için yeterli olduğunu belirtmektedirler.

3.5.4. Denel İşlemler

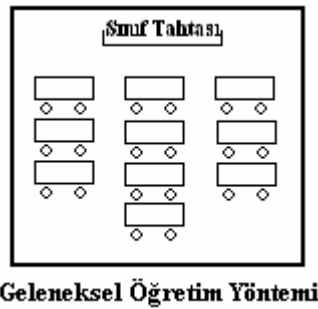
Veri toplama araçları uygulama öncesi her iki gruba da uygulandıktan sonra, deney grubu öğrencilerinin işbirlikli öğrenme yönteminin ne demek olduğunu

anlamaları ve bu yönteme alışmaları amacıyla akademik olmayan bir işle (verilen harflerden sözcük türetilmesi ve belli sayının üzerinde sözcük türeten her grubun başarılı sayılması) çalışmaları sağlanmıştır. Bu şekilde öğrencilerin grup oluşturma, birlikte çalışma ve hep birlikte kazanma gibi durumları tanımaları sağlanmıştır. Deney grubu öğrencilerinin kullanılacak yöntemi öğrenmeleri ve yönteme uyum sağlamalarının gerçekleştirilebilmesi amacıyla pilot çalışma olarak termodinamiğin birinci yasası konusu yalnızca deney grubu öğrencilerine işbirlikli öğrenme yöntemiyle işlenmiştir.

Kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemi uygulanmıştır. Kontrol grubunda dersler, önceki konunun önemli kısımlarının vurgulanarak hatırlatılması, yeni konuya ilgi çekilmesi, dersin anlatım yoluyla anlatılması, arada öğrencilere sorular yöneltilmesi, öğrenci sorularının yanıtlanması, sınıf tartışmalarının gerçekleştirilmesi ve dersin o gün işlenen konularının kısaca özetlenmesi şeklinde işlenmiştir. Konular her iki grupta birbirine paralel olacak şekilde ele alınmıştır. Kontrol grubu öğrencilerinin, ders sırasındaki yerleşme düzeni Şekil 3.1’de verilmektedir.

Şekil 3.1

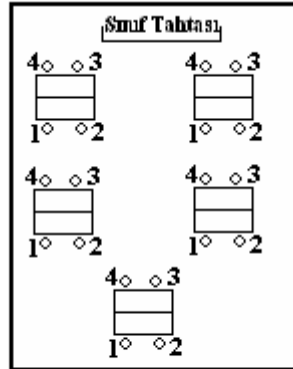
Geleneksel Öğretim Yönteminde Sınıf Düzeni



Deney grubunda, birlikte soralım birlikte öğrenelim ve birlikte öğrenme tekniklerinin uygulanması sırasında öğrencilerin yerleşme düzeni ise Şekil 3.2’de verilmektedir.

Şekil 3.2

İşbirlikli Öğrenme Yönteminde Sınıf Düzeni



Birlikte Sorulım Birlikte Öğrenelim ve Birlikte Öğrenme Tekniklerinin Uygulandığı İşbirlikli Gruplar

Birlikte sorulım birlikte öğrenelim tekniğinde, öğrenci grupları oluşturulduktan ve görev dağılımı yapıldıktan sonra, öğrencilerin verilen okuma parçasını okumaları sağlanır. Daha sonra her öğrenci öğretmen tarafından belirtilen sayıda (2 ya da 3) bireysel sorularını hazırlarlar. Bireysel soruların hazırlanması sürecinden sonra, öğrenciler bir araya gelerek grup sorularını oluştururlar. Bu sorular, içlerinden birinin hazırladığı bir soru olabileceği gibi, birlikte hazırladıkları yeni bir soru da olabilir. Postacılar aracılığıyla sorular diğer gruplara gönderilir ve belirtilen süre içinde gruplar kendilerine yöneltilen sorulara yanıt ararlar. Her öğrencinin grup çalışmasına katılması ve aynı zamanda bireysel değerlendirmenin sağlanabilmesi için her gruptan rasgele kaldırılan bir öğrencinin kendilerine yöneltilen soruyu yanıtlaması istenir ve öğrencinin yanıtına göre gruba not verilir. Konu ile ilgili eksik kalan kısımlar varsa, sınıf tartışması yapılarak tamamlanır. Bu tekniğin en sonunda, 5-10 dakika gibi kısa sürede yanıtlanabilecek az sayıda soru ile öğrencilere bireysel sınav uygulanır. Ayrıca öğrencilerin bireysel soruları ve grup soruları, niteliklerine ve özgünlüklerine göre öğretmen tarafından puanlanır. Her öğrenci, bireysel notları ve grup notları göz önüne alınarak değerlendirilir.

Birlikte öğrenme tekniğinde, öğrenci grupları oluşturulduktan ve görev dağılımı yapıldıktan sonra, araç ve ürün bağımlılığının sağlanabilmesi amacıyla her gruba bir tane çalışma yaprağı verilir. Öğrencilere, kendilerinden istenen akademik işin ne olduğu açıklanır ve öğrenciler, çalışma yaprağı üzerinde çalışarak, yapmaları

istenen akademik işi verilen süre içinde tamamlarlar. Değerlendirme, ya her gruptan rasgele kaldırılan bir öğrencinin kendilerine yöneltilen soruyu yanıtlamasının istenmesi ve öğrencinin yanıtına göre gruba not verilmesi ile, ya da grubun ortaya çıkardığı öğrenme ürününün (çalışma yapraklarına verilen yanıtlar veya çizilen kavram haritası gibi) değerlendirilmesi ile yapılabilir. Bazı durumlarda her iki değerlendirme yöntemi de kullanılarak, notların ortalaması kullanılabilir.

Denel işlemler her iki grupta da araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Açıkgöz (1993)'ün aktardığına göre, bu durum hem değişik öğretmenlerin öğretmenlik becerilerindeki farklılıklardan kaynaklanabilecek bozucu etkileri önler, hem de denel işlemlerin planlandığı biçimde uygulanmasını sağlar.

Denel işlemler, güz yarıyılında haftada beş ders saati olmak üzere yaklaşık sekiz haftada gerçekleştirilmiştir. Deney süresince deney grubu öğrencileri araştırmacı tarafından hazırlanan çalışma yaprakları üzerinde çalışmışlardır. Uygulama boyunca 27 etkinlik, üç bireysel sınav uygulanmış, ortak ürün olarak grupların doldurdukları etkinlik sayfalarına ve her gruptan rasgele kaldırılan bir grup üyesinin verilen soruları doğru ve yeterli yanıtlayma düzeyine göre, öğrencilere grup notu verilmiştir. Birlikte sorulmuş birlikte öğrenelim tekniğinin uygulandığı etkinliklerde öğrenci gruplarının ürettiği soruların niteliği ve özgünlüğünün değerlendirilmesinin yanında grupların birbirlerine not vermesine, böylece birbirlerinin başarısını değerlendirmelerine de olanak sağlanmıştır.

Denel işlemler sırasında, hangi konularda hangi işbirlikli öğrenme tekniğinin ve hangi öğretimsel işlerin kullanıldığı Tablo 3.4'de sunulmaktadır.

Birlikte Sorulmuş Birlikte Öğrenelim tekniğinde kullanılan öğretimsel işler (soru çıkarma, soru yanıtlama, okuma, yazma gibi) konulara göre değişmediği, yani tekniğin her uygulamasında aynı öğretimsel işler işe koşulduğu için Tablo 3.4'de bu öğretimsel işlerin yazılmasına gerek görülmemiştir. Ayrıca Birlikte Öğrenim tekniğinin çoğu uygulamalarında yeri geldikçe okuma, yazma, düşünceleri paylaşma, birine öğretme, yardım isteme, açıklama yapma, not alma gibi öğretimsel işler

kullanıldığından Tablo 3.4’de bu öğretimsel işlere de yer verilmemiştir. Bir çok öğretimsel işin işe koşulmasını olanaklı kılması nedeniyle, birlikte öğrenme tekniği daha çok kullanılmıştır.

Tablo 3.4

Deney Grubunda Kullanılan İşbirlikli Öğrenme Teknikleri ve Öğretimsel İşler

Süre	Konu	Uygulanan Teknik	Kullanılan Öğretimsel İşler
1. Hafta	Termodinamiğin İkinci Yasası	Birlikte Öğrenme	Çalışma yaprağı, günlük yaşamla ilişkilendirme, örnek verme
	Isıl Enerji Kaynağı ve Isı Makinesi	BSBÖ	
	Termal Verim	Birlikte Öğrenme	Çalışma yaprağı, özetleme, problem çözme
2. Hafta	Soğutma Makineleri ve Isı Pompaları	Birlikte Öğrenme	Çalışma yaprağı, formülleştirme, karşılaştırma, öğrendiklerini listeleme, problem çözme
	Termodinamiğin İkinci Yasasının Kelvin-Planck ve Clausius Açıklamaları	Birlikte Öğrenme	Çalışma yaprağı, karşılaştırma
	Tersinir ve Tersinmez Hal Değişimleri	BSBÖ	
3. Hafta	Carnot Çevrimi ve Carnot İlkeleri	Birlikte Öğrenme	Çalışma yaprağı, özetleme
	Termodinamik Sıcaklık Ölçeği	Birlikte Öğrenme	Çalışma yaprağı, öğrendiklerini listeleme
4. Hafta	Carnot Isı Makinesi, Soğutma Makinesi ve Isı Pompası	Birlikte Öğrenme	Çalışma yaprağı, formülleştirme, sonuç çıkarma, problem çözme
	Clausius Eşitsizliği, Entropi (matematiksel tanımı, gösterimi, birimi)	Birlikte Öğrenme	Çalışma yaprağı, sonuç çıkarma
5. Hafta	Entropi Değişimi	Birlikte Öğrenme	Çalışma yaprağı, problem çözme
	Entropinin Artışı İlkesi	Birlikte Öğrenme	Çalışma yaprağı, sonuç çıkarma
6. Hafta	Entropi Değişiminin Nedenleri	Birlikte Öğrenme	Çalışma yaprağı, sonuç çıkarma
	Entropi Nedir? (niteliksel tanımı)	BSBÖ Birlikte Öğrenme	Çalışma yaprağı, örnek verme
7. Hafta	T-S Diyagramı	Birlikte Öğrenme	Çalışma yaprağı, problem çözme
	Termodinamiğin İkinci Yasasını Veren Bütün Açıklamalar	Birlikte Öğrenme	Çalışma yaprağı
	Entropi Kavramını Tanımlayan Bütün Açıklamalar	Birlikte Öğrenme	Çalışma yaprağı
8. Hafta	Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi	Birlikte Öğrenme	Çalışma yaprağı, kavram haritası oluşturma
	Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi	Birlikte Öğrenme	Çalışma yaprağı, bulmaca

8 haftalık uygulama süresi bittikten sonra ön ölçüm olarak uygulanan veri toplama araçları her iki grup öğrencilerine son ölçüm olarak yeniden uygulanmıştır. Ayrıca termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularının işlenmesi sırasında derste izlenen yöntem ve etkinlikler hakkında öğrencilerin duygu ve düşüncelerinin öğrenilebilmesi amacıyla, bir kompozisyon yazmaları istenmiştir.

Son ölçümlerin yapılmasından yaklaşık 10 hafta sonra başarı ölçeği her iki grup öğrencilerine yeniden hatırd tutma ölçeği olarak uygulanmıştır.

Öğrencilerin ek çalışma yapmalarını önlemek için hiçbir ölçümde sınav verileceği önceden bildirilmemiştir (Açıkgöz, 1993).

3.6. Veri Çözümleme Teknikleri

Öğrencilerin ölçeklere verdikleri yanıtlar SPSS 11.0 istatistik programı ile ortalama, standart sapma, verilerin normal dağılım göstermesi nedeniyle ilişkisiz örneklem için t testi ve eşlenik çift t testi istatistiksel teknikleri ile değerlendirilmiştir. Ayrıca öğrenci görüşleri belirli başlıklar altında toplanarak sayısal dağılımı sunulmuştur.

BÖLÜM 4

BULGULAR VE YORUMLAR

Araştırmanın bu bölümünde önceki bölümde açıklanan veri toplama araçlarından elde edilen verilerin istatistiksel çözümlenmeleri sonucunda ulaşılan bulgular ve bu bulgularla ilgili yorumlara yer verilmiştir.

4.1. İşbirlikli Öğrenme İle Geleneksel Öğretim Yöntemlerinin Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konularında Öğrencilerin Akademik Başarılarına Etkileri

Kontrol grubu ve deney grubundan elde edilen ön ölçüm başarı puanları SPSS 11.0 paket programında ilişkisiz (bağımsız) örneklem t-testi uygulanarak ($\alpha = 0,05$ önem düzeyinde) değerlendirilmiştir. Sonuçlar Tablo 4.1’ de verilmektedir.

Tablo 4.1
Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Başarı Ölçeği Ön Ölçümlerine Göre
t Testi Sonuçları

	Sayı (N)	Ortalama (En Yüksek Puan: 28)	Standart Sapma	t	p	Anlamlılık Düzeyi
Ön Ölçüm (Deney)	20	5,80	3,16	0,515	0,610	p > 0,05 önemli değil
Ön Ölçüm (Kontrol)	20	5,35	2,30			

Tablo 4.1’de verilen sonuçlara göre uygulama öncesi deney ve kontrol gruplarının başarı düzeyleri arasında anlamlı bir fark yoktur. Buradan deneysel işlem öncesinde grupların denk olduğu sonucuna varılmıştır.

Deney grubu ve kontrol grubuna uygulanan son ölçüm başarı puanlarının ilişkisiz (bağımsız) örneklem t-testine göre değerlendirilmesinde ortaya çıkan sonuçlar Tablo 4.2’de verilmektedir.

Tablo 4.2
Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Başarı Ölçeği Son Ölçümlerine Göre
t Testi Sonuçları

	Sayı (N)	Ortalama (En Yüksek Puan: 28)	Standart Sapma	t	p	Anlamlılık Düzeyi
Son Ölçüm (Deney)	20	20,05	3,56	3,658	0,001	p < 0,05 önemli
Son Ölçüm (Kontrol)	20	15,05	4,97			

Tablo 4.2’den görüldüğü üzere uygulama sonrası deney ve kontrol grubu başarı puanları arasında deney grubu yönünde anlamlı bir fark vardır.

Ayrıca deney grubu ön ölçüm ve son ölçüm başarı puanları arasındaki ilişki ile kontrol grubu ön ölçüm ve son ölçüm başarı puanları arasındaki ilişki eşlenik çift t-testi ile incelenmiştir. Çıkan sonuçlar Tablo 4.3’de verilmektedir.

Tablo 4.3
Deney Grubu Başarı Ölçeği Ön ve Son Ölçümleri İle
Kontrol Grubu Başarı Ölçeği Ön ve Son Ölçümlerine Göre
t Testi Sonuçları

	Sayı (N)	Ortalama (En Yüksek Puan: 28)	Standart Sapma	t	p	Anlamlılık Düzeyi
Ön Ölçüm (Deney)	20	5,80	3,15	-18,169	0,000	p < 0,05 önemli
Son Ölçüm (Deney)	20	20,05	3,56			
Ön Ölçüm (Kontrol)	20	5,35	2,30	-7,655	0,000	p < 0,05 önemli
Son Ölçüm (Kontrol)	20	15,05	4,96			

Tablo 4.3'den görüldüğü gibi, her iki grupta kendi içinde başarı puanları açısından son ölçümde ön ölçüme göre anlamlı düzeyde bir gelişme göstermişlerdir. Ama Tablo 4.1 ve Tablo 4.2'den de anlaşılacağı üzere ön ölçümde aralarında anlamlı bir fark olmayan iki gruptan deney grubu, kontrol grubuna göre son ölçümde daha başarılıdır.

4.2. İşbirlikli Öğrenme İle Geleneksel Öğretim Yöntemlerinin Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konularında Öğrencilerin Hatırda Tutmalarına Etkileri

Deney grubu ve kontrol grubuna uygulanan geciktirilmiş ölçüm (hatırda tutma ölçeği) başarı puanlarının ilişkisiz (bağımsız) örneklem t-testine göre değerlendirilmesinde ortaya çıkan bulgular Tablo 4.4'de verilmektedir.

Tablo 4.4
Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Başarı Ölçeği Geciktirilmiş Ölçümlerine Göre
t Testi Sonuçları

	Sayı (N)	Ortalama (En Yüksek Puan: 28)	Standart Sapma	t	p	Anlamlılık Düzeyi
Geciktirilmiş Ölçüm (Deney)	20	18,90	3,35	5,584	0,000	p < 0,05 önemli
Geciktirilmiş Ölçüm (Kontrol)	20	12,20	4,19			

Tablo 4.4’de verilen sonuçlara göre deney ve kontrol gruplarının hatırd tutma başarı düzeyleri arasında deney grubu yönünde anlamlı bir fark bulunmaktadır.

Tablo 4.2 ve 4.4’de deney ve kontrol gruplarının standart sapmaları kıyaslanacak olursa, deney grubu öğrencilerinin standart sapma değerleri kontrol grubu öğrencilerinininkinden daha küçüktür. Bu durum, deney grubu öğrencilerinin grup çalışmalarında birbirlerine yardımcı olduklarının göstergesi olarak yorumlanabilir. Benzer bulgular Bilgin ve Geban (2004) tarafından yürütülen çalışmada aynı şekilde yorumlanmıştır.

Deney grubu son ölçüm ve geciktirilmiş ölçüm başarı puanları arasındaki ilişki ile kontrol grubu son ölçüm ve geciktirilmiş ölçüm başarı puanları arasındaki ilişki eşlenik çift t-testi ile incelenmiştir. Çıkan sonuçlar Tablo 4.5’de verilmektedir.

Tablo 4.5
Deney Grubu Başarı Testi Son ve Geciktirilmiş Ölçümleri İle
Kontrol Grubu Başarı Testi Son ve Geciktirilmiş Ölçümlerine Göre
t Testi Sonuçları

	Sayı (N)	Ortalama (En Yüksek Puan: 28)	Standart Sapma	t	p	Anlamlılık Düzeyi
Son Ölçüm (Deney)	20	20,05	3,56	1,516	0,146	p > 0,05 önemli değil
Geciktirilmiş Ölçüm (Deney)	20	18,90	3,35			
Son Ölçüm (Kontrol)	20	15,05	4,96	4,279	0,000	p < 0,05 önemli
Geciktirilmiş Ölçüm (Kontrol)	20	12,20	4,18			

Tablo 4.5’de verilen sonuçlara göre, deney grubunun son ölçüm başarı puanları ile geciktirilmiş ölçüm başarı puanları arasında $\alpha = 0,05$ önem düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur. Oysa kontrol grubunun son ölçüm başarı puanları ile geciktirilmiş ölçüm başarı puanları arasında aynı önem düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır. Tablo 4.4 ve Tablo 4.5’de elde edilen sonuçlardan yola çıkılarak hatırd tutma (bilgilerin kalıcılığı) bakımından deney grubu ile kontrol grubu arasında deney grubu yönünde anlamlı bir farklılık olduğu yani deney grubu öğrencilerinin, kontrol grubu öğrencilerine göre bilgilerini daha çok hatırd tuttuğu söylenebilir.

4.3. İşbirlikli Öğrenme İle Geleneksel Öğretim Yöntemlerinin Öğrencilerin Termodinamik Dersine Yönelik Tutumlarına Etkileri

Deney grubu ve kontrol grubundan uygulama öncesinde elde edilen ön ölçüm tutum puanlarının SPSS 11.0 paket programında ilişkisiz (bağımsız) örneklem t-testi uygulanarak ($\alpha = 0,05$) değerlendirilmesi ile çıkan sonuçlar Tablo 4.6'da verilmektedir.

Tablo 4.6
Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Tutum Ölçeği Ön Ölçümlerine Göre
t Testi Sonuçları

	Sayı (N)	Ortalama (En Düşük Puan: 45, En Yüksek Puan: 225)	Standart Sapma	t	p	Anlamlılık Düzeyi
Ön Ölçüm (Deney)	20	157,35	21,64	-0,008	0,993	p > 0,05 önemli değil
Ön Ölçüm (Kontrol)	20	157,40	15,63			

Tablo 4.6'dan görüldüğü üzere deney ve kontrol grubu ön ölçüm tutum puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

Uygulama sonrası ölçeğin yeniden uygulanmasıyla elde edilen tutum ölçeği puanlarının ilişkisiz (bağımsız) örneklem t-testi analizi yapılarak değerlendirilmesiyle çıkan sonuçlar ise Tablo 4.7'de verilmektedir.

Tablo 4.7
Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Tutum Ölçeği Son Ölçümlerine Göre
t Testi Sonuçları

	Sayı (N)	Ortalama (En Düşük Puan: 45, En Yüksek Puan: 225)	Standart Sapma	t	p	Anlamlılık Düzeyi
Son Ölçüm (Deney)	20	182,95	15,67	1,344	0,187	p > 0,05 önemli değil
Son Ölçüm (Kontrol)	20	175,75	18,12			

Tablo 4.7'den anlaşılacağı üzere uygulama sonrası deney ve kontrol grubu tutum puanları arasında $\alpha = 0,05$ önem düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

Ayrıca deney grubu ön ölçüm ve son ölçüm tutum puanları arasındaki ilişki ile, kontrol grubu ön ölçüm ve son ölçüm tutum puanları arasındaki ilişki eşlenik çift t-testi ile incelenmiştir. Çıkan sonuçlar Tablo 4.8'de verilmektedir.

Tablo 4.8
Deney Grubu Tutum Ölçeği Ön ve Son Ölçümleri İle
Kontrol Grubu Tutum Ölçeği Ön ve Son Ölçümlerine Göre
t Testi Sonuçları

	Sayı (N)	Ortalama (En Düşük Puan: 45, En Yüksek Puan: 225)	Standart Sapma	t	p	Anlamlılık Düzeyi
Ön Ölçüm (Deney)	20	157,35	21,64	-7,502	0,000	p < 0,05 önemli
Son Ölçüm (Deney)	20	182,95	15,67			
Ön Ölçüm (Kontrol)	20	157,40	15,63	-4,062	0,001	p < 0,05 önemli
Son Ölçüm (Kontrol)	20	175,75	18,12			

Tablo 4.8'den anlaşılacağı gibi, her iki grupta kendi içinde tutum puanları açısından son ölçümde, ön ölçüm puanlarına göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir gelişme göstermişlerdir.

Her ne kadar her iki grubun son toplam tutum puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık çıkmamış olsa da, deney ve kontrol gruplarının ortalamalarına (182,95 ve 175,75) bakılarak, deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine göre biraz daha olumlu tutum geliştirdikleri söylenebilir. Kontrol grubu öğrencilerinin de uygulama boyunca tutumlarında olumlu bir değişiklik sergilemelerinin nedeninin, sınıf mevcudunun yarıya inmesi nedeniyle öğretmene soru sorma fırsatlarının ve iletişimlerinin artması gibi bazı olumlu öğrenme ortamı üstünlüklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu düşüncüyü destekleyen bazı öğrenci görüşleri şöyledir:

Kontrol Grubu 3 nolu öğrencisi:

“Uygulanan yöntem en ideal yöntemdi. Dersi anlamakta hiçbir zorluk çekmedim. Özellikle iki gruba ayrılması çok iyi oldu. Az kişiyle ders işlemek daha yararlı oluyor.”

Kontrol Grubu 8 nolu öğrencisi:

“Termodinamik dersinin bu yılki işlenişi güzeldi. Sınıfın az olması ve derse katılım sağlayarak dersi işlememiz bizde daha kalıcı bilgilerin olmasını sağladı.”

Kontrol Grubu 11 nolu öğrencisi:

“Hocam, yaptığımız en iyi şeylerden biri sınıfı ikiye bölmek oldu.”

4.4. İşbirlikli Öğrenme İle Geleneksel Öğretim Yöntemlerinin Öğrencilerin Fizik Dersine Yönelik Kendilerine Duydukları Güven ile Öğrenmelerini Etkileyen Etkenlere Verdikleri Önem Üzerindeki Etkileri

İşbirlikli öğrenme tekniklerinin kullanılmasının, öğrencilerin fizik dersine yönelik kendilerine duydukları güvene ve fizik konularını anlamalarında etkili olan etkenlere verdikleri öneme etkisinin incelenmesi amacıyla uygulanan ve yapılan güvenilirlik analizi sonucu Cronbach α güvenilirlik katsayısı 0,92 bulunan güven ve önem ölçeğinin, güven alt boyutunun (10 madde) güvenilirlik katsayısı 0,86 iken, önem alt boyutunun (23 madde) güvenilirlik katsayısı 0,90 olarak bulunmuştur.

Kontrol grubu ve deney grubundan uygulama öncesinde elde edilen ön ölçüm güven puanlarının SPSS 11.0 paket programında ilişkisiz (bağımsız) örneklem t-testi uygulanarak ($\alpha = 0,05$) değerlendirilmesi ile çıkan sonuçlar Tablo 4.9’da verilmektedir.

Tablo 4.9

Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Güven Ön Ölçümlerine Göre t Testi Sonuçları

	Sayı (N)	Ortalama (En Düşük Puan: 0, En Yüksek Puan: 50)	Standart Sapma	t	p	Anlamlılık Düzeyi
Ön Ölçüm (Deney)	20	37,25	7,01	0,000	1,000	p > 0,05 önemli değil
Ön Ölçüm (Kontrol)	20	37,25	7,44			

Tablo 4.9'dan anlaşılacağı üzere deney ve kontrol grubu ön ölçüm güven puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

Uygulama sonrası ölçeğin yeniden uygulanmasıyla elde edilen güven ölçeği puanlarının ilişkisiz (bağımsız) örneklem t-testi analizi yapılarak değerlendirilmesiyle çıkan sonuçlar ise Tablo 4.10'da verilmektedir.

Tablo 4.10

Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Güven Son Ölçümlerine Göre t Testi Sonuçları

	Sayı (N)	Ortalama (En Düşük Puan: 0, En Yüksek Puan: 50)	Standart Sapma	t	p	Anlamlılık Düzeyi
Son Ölçüm (Deney)	20	38,60	5,94	0,469	0,642	p > 0,05 önemli değil
Son Ölçüm (Kontrol)	20	37,75	5,51			

Tablo 4.10'dan anlaşılacağı üzere uygulama sonrası deney ve kontrol grubu toplam güven puanları arasında $\alpha = 0,05$ önem düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

Ayrıca deney grubu ön ölçüm ve son ölçüm güven puanları arasındaki ilişki ile, kontrol grubu ön ölçüm ve son ölçüm güven puanları arasındaki ilişki eşlenik çift t testi ile incelenmiştir. Çıkan sonuçlar Tablo 4.11’de verilmektedir.

Tablo 4.11
Deney Grubu Güven Ön ve Son Ölçümleri İle
Kontrol Grubu Güven Ön ve Son Ölçümlerine Göre
t Testi Sonuçları

	Sayı (N)	Ortalama (En Düşük Puan: 0, En Yüksek Puan: 50)	Standart Sapma	t	p	Anlamlılık Düzeyi
Ön Ölçüm (Deney)	20	37,25	7,01	-0,573	0,573	p > 0,05 önemli değil
Son Ölçüm (Deney)	20	38,60	5,94			
Ön Ölçüm (Kontrol)	20	37,25	7,44	-0,224	0,825	p > 0,05 önemli değil
Son Ölçüm (Kontrol)	20	37,75	5,51			

Tablo 4.11’den anlaşılacağı gibi, her iki grupta kendi içinde güven puanları açısından son ölçümde, ön ölçüme göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir gelişme göstermemişlerdir.

10 maddeden oluşan güven alt boyutunda alınabilecek puanlar 0 ve 50 arasında değişmektedir. Bu nedenle 0-10 arası puan alan öğrencileri çok güvensiz, 11-20 arası puan alan öğrencileri güvensiz, 21-30 arası puan alan öğrencileri kararsız, 31-40 arası puan alan öğrencileri güvenli ve 41-50 arası puan alan öğrencileri çok güvenli olarak nitelersek, öğrencilerimizin tamamı uygulama öncesi fizik dersine yönelik olarak kendilerine güvenmektedirler. Uygulama öncesinde var olan güvenleri, uygulama sırasında kontrol grubu öğrencileri için çok az ve deney grubu öğrencileri için kontrol grubuna göre biraz daha fazla gelişmiştir. Bu sonucun

öğrencilerin fizik öğrencisi olmalarından yani kendilerini fizik öğrenmeye hazır hissetmelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kontrol grubu ve deney grubundan uygulama öncesinde elde edilen ön ölçüm önem puanlarının SPSS 11.0 paket programında ilişkisiz (bağımsız) örneklem t-testi uygulanarak ($\alpha = 0,05$) değerlendirilmesi ile çıkan sonuçlar Tablo 4.12’de verilmektedir.

Tablo 4.12

Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Önem Ön Ölçümlerine Göre t Testi Sonuçları

	Sayı (N)	Ortalama (En Düşük Puan:0, En Yüksek Puan:115)	Standart Sapma	t	p	Anlamlılık Düzeyi
Ön Ölçüm (Deney)	20	88,00	12,92	1,169	0,250	p > 0,05 önemli değil
Ön Ölçüm (Kontrol)	20	82,55	16,34			

Tablo 4.12’den görüldüğü üzere deney ve kontrol grubu ön ölçüm önem puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

Uygulama sonrası ölçeğin yeniden uygulanmasıyla elde edilen önem puanlarının ilişkisiz (bağımsız) örneklem t-testi analizi yapılarak değerlendirilmesiyle çıkan sonuçlar ise Tablo 4.13’de verilmektedir

Tablo 4.13
Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Önem Son Ölçümlerine Göre t Testi Sonuçları

	Sayı (N)	Ortalama (En Düşük Puan:0, En Yüksek Puan:115)	Standart Sapma	t	p	Anlamlılık Düzeyi
Son Ölçüm (Deney)	20	89,45	15,39	0,981	0,333	p > 0,05 önemli değil
Son Ölçüm (Kontrol)	20	84,85	14,23			

Tablo 4.13'den anlaşılacağı üzere uygulama sonrası deney ve kontrol grubu toplam önem puanları arasında $\alpha = 0,05$ önem düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

Ayrıca deney grubu ön ölçüm ve son ölçüm önem puanları arasındaki ilişki ile, kontrol grubu ön ölçüm ve son ölçüm önem puanları arasındaki ilişki eşlenik çift t-testi ile incelenmiştir. Çıkan sonuçlar Tablo 4.14'de verilmektedir.

Tablo 4.14
Deney Grubu Önem Ön ve Son Ölçümleri İle
Kontrol Grubu Önem Ön ve Son Ölçümlerine Göre
t Testi Sonuçları

	Sayı (N)	Ortalama (En Düşük Puan:0, En Yüksek Puan:115)	Standart Sapma	t	p	Anlamlılık Düzeyi
Ön Ölçüm (Deney)	20	88,00	12,92	-0,297	0,769	p > 0,05 önemli değil
Son Ölçüm (Deney)	20	89,45	15,39			
Ön Ölçüm (Kontrol)	20	82,55	16,34	-0,498	0,624	p > 0,05 önemli değil
Son Ölçüm (Kontrol)	20	84,85	15,23			

Tablo 4.14'den anlaşılacağı gibi, her iki grupta kendi içinde önem puanları açısından son ölçümde, ön ölçüm puanlarına göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir gelişme göstermemişlerdir. Bu durumun, öğrencilerin fizik konularını anlamalarında etkili olan etkenlerden haberdar ve önceden beri kullanıyor olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.5. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Geleneksel Öğretim Yöntemine İlişkin Düşünceleri

4.5.1. Hoşnutluk

Geleneksel öğretim yönteminden hoşnut olduğunu belirten kontrol grubu öğrencilerinin bir kısmının görüşleri kendi el yazılarıyla Şekil 4.1-4.8'de verilmektedir.

Şekil 4.1

Kontrol Grubu 1 Numaralı Öğrencisinin Yönteme İlişkin Düşünceleri

Dersin genel olarak memnunuz. Çok iyi geçiyor. Aktif eğitimle daha iyi olması beklenir ama ben pasif eğitimden oldukça memnunuz. Sınıfın gereken öğrenme seviyesine ulaştığınıza inanıyorum.

Şekil 4.2

Kontrol Grubu 2 Numaralı Öğrencisinin Yönteme İlişkin Düşünceleri

Ben mevcut yöntemden memnunuz. Bence ders deneyimi ve bilginin bizlere tarafından ~~anlatılmalı~~ anlatılmalıdır.

Şekil 4.3

Kontrol Grubu 3 Numaralı Öğrencisinin Yönteme İlişkin Düşünceleri

Uygulanan yöntem en ideal yöntemdi. Dersi anlamakta hiçbir zorluk yaşamadım.

Şekil 4.4

Kontrol Grubu 6 Numaralı Öğrencisinin Yönteme İlişkin Düşünceleri

Her derste bu yöntemin takip edilmesini istiyorum. Çünkü bu derste sadece hocamız ders anlatmadı, biz de derse katıldık. Bu seneye gördüğümüz dersler temel fizik dersi gibi eski bilgilerimize dayanan konular değil hiç bitmediğimiz konulardı. Kendimizi çalışarak anlayabileceğimizi zannetmiyorum.

Dersin derste öğrendiğim için hocamızın hiçbir dediğini unutmam o yüzden bu yöntemden çok memnunuz.

Şekil 4.5

Kontrol Grubu 7 Numaralı Öğrencisinin Yönteme İlişkin Düşünceleri

Dersin işleme şekli sadece mükemmel. Öğretmenin sınıfın egemen olması öğrenci için en iyisidir.

Şekil 4.6

Kontrol Grubu 8 Numaralı Öğrencisinin Yönteme İlişkin Düşünceleri

Yöntemden memnun olduğumu belirtmek isterim, bu memnuniyetin gerekçelerini şu şekilde sıralayabildim. Öncelikle Türk gibi, liselerimizde adını duyunca dahi uykuları kaçırın bir dersin bize göre daha bilgili ve deneyimli hocalarımız tarafından anlatılması ve kavramların iyi açıklanması yöntemin çok önemli artıları. Diğer tüm yöntemlerde bu ağır yük öğrencilere kalıyor ve hiçbir yöntem bir uzmanın dersi açıklayarak anlatması kadar verimli olamaz.

Şekil 4.7

Kontrol Grubu 10 Numaralı Öğrencisinin Yönteme İlişkin Düşünceleri

Dersin İstediğim yöntemlerden gayet memnunuz. Dersin anlaşılması güç olduğunda öğretmenden bu konuyu öğrenmek benim için daha faydalıdır. Dersi öğretmenin anlatması gerektiği yerlerde sorular yöneltilip bilebirde dersin anlatması benim için en güzel yöntemdir.

Verilen örneklerde görüldüğü üzere; öğrenciler, geleneksel öğretim yönteminden hoşnut olduklarını belirtmekte ve dersi öğretmenin anlatmasının daha iyi olduğu görüşünü savunmaktadırlar.

7 numaralı kontrol grubu öğrencisinin yazdığı Şekil 4.8'de verilen cümle, kontrol grubu öğrencilerinin geleneksel öğretim yönteminden hoşnut olmalarının nedenini çok güzel açıklamaktadır:

Şekil 4.8

Kontrol Grubu 7 Numaralı Öğrencisinin Yöntemden Hoşnut Olmasının Nedenine İlişkin Düşünceleri

Poste eğitim ilkokuldan beri izlediğimiz teknik, belki de bu yüzden aktif eğitimden daha çok hoşlanıyoruz.

Öğrencilerin bilmedikleri ve alışmış oldukları geleneksel yöntemden çok farklı olan diğer bütün yöntemlere karşı bir önyargı taşınması kaçınılmazdır. Bu durum, yukarıda verilen bir çok öğrenci açıklaması ile de desteklenmektedir. Öyleyse öğrencilerin alışlagelmiş bu düzenden vazgeçmeleri ve işbirlikli öğrenme gibi etkili öğrenme yöntemlerine karşı olumlu tutum sergileyebilmeleri için ilkokuldan başlamak üzere bütün eğitim deneyimleri boyunca etkili öğrenme yöntemleriyle tanıştırmaları ve bu yöntemlerin yararına inandırılmaları gerekmektedir.

4.5.2. Yetersiz Bulma

Geleneksel öğretim yöntemini yetersiz bulduğunu belirten kontrol grubu öğrencilerinin bir kısmının görüşleri kendi el yazılarıyla Şekil 4.9-4.12’de verilmektedir. Bu alt sınıfın adının hoşnutsuzluk olarak konulmamasının nedeni, öğrencilerin derste işlenen yöntemden hoşnut olduklarını belirtip, buna ek olarak bazı önerilerde bulunmalarındır.

Şekil 4.9

Kontrol Grubu 4 Numaralı Öğrencisinin Yöntemin Yetersizliğine İlişkin Düşünceleri

Ben aktif grubun içinde olmadığım için aktif grupta dersin nasıl işlendiğini, konunun öğrencide çok olumlu izlenim bırakıp bırakmadığını, öğrencinin onu anlayıp anlamadığını bilmiyorum. Ama bana kalırsa bütün öğretim sistemi aktif yöntem üzerine olmalı. Bu şekilde dersin içeriği, öğrencinin ne anladığı akılda daha kalıcı olur diye düşünüyorum. Dersin, yani benim işlediğim (pasif) yöntemin öğrencide ne bıraktığı ise tamamen öğrenciye bağlı. Yani derse ister çalışıyor, ister çalışmıyorsa. İşte bu şekilde, çalışmadan derse geldiğinde dersin ne anlayabiliyoruz. Yani en azından derse en hızlı şekilde gelebiliyoruz. Bütün bunlara rağmen bu zamana kadar ki derslere hazırlıksız gelmemiş olsam, derslerden hocamın sayesinde bana göre çok şey anladım. Teşekkür ederim. --

Şekil 4.10

Kontrol Grubu 5 Numaralı Öğrencisinin Yöntemin Yetersizliğine İlişkin Düşünceleri

Daha önce de söylediğim gibi dersten memnunuz ama daha fazla soru çözülsün ve öğrenciye yönelik etkinlikler arttırılırsa, bu dersin öğrenciler için daha faydalı olacağını düşünüyorum.

Dört kontrol grubu öğrencisi (örneğin kontrol grubu 5 numaralı öğrenci - Şekil 4.10), derste daha fazla sorunun çözülmüş olmasını istediklerini belirtmektedirler ve bu konuda öneride bulunmaktadır. Bu doğrultuda görüş bildiren öğrenciler yöntemi yetersiz bulan öğrenciler sınıflamasına katılmışlardır. Çünkü her iki grup öğrencilerine aynı öğrenme malzemeleri verilmiş, dolayısıyla her iki grupta da aynı sorular çözülmüştür. Deney grubu öğrencilerinin bu konuda hiçbir yetersizlik görüşü belirtmemiş olmasına karşın kontrol grubu öğrencilerinin belirtmiş olması, tahtaya kaldırılan bir öğrenci veya öğretmen tarafından çözülen soruların kontrol grubu öğrencilerinin öğrenmesine katkıda bulunmamış olduğunu ve yüzeysel kaldığını göstermektedir.

Şekil 4.11

Kontrol Grubu 8 Numaralı Öğrencisinin Yöntemin Yetersizliğine İlişkin Düşünceleri

Yöntemin öğrencinin sorumluluğundan kaynaklanan negatif yönleri olabilir. Eğer öğrenci dertine dertini yapmıyor derse hazırsız olarak gelirse ve öğrenme etkinliklerini derste başka işlerle uğrağırsa elbetteki yöntem başarısız olur. Fakat bu kusur yöntemin değil tamamen ve tamamen öğrencinin kusurudur. Sorumluluk sahibi öğrencilerin en güzel şekilde verim alabileceği yöntem budur. Zaten eğitim bunu amaçlanmalıdır. Sorumsuz öğrenci her yöntemde başarısız olur.

Şekil 4.12

Kontrol Grubu 11 Numaralı Öğrencisinin Yöntemin Yetersizliğine İlişkin
Düşünceleri

Ya özdüydüm ona bozen
40k kaldı uyudum derslerde 40k böyle habere
ama lında salıstıkça onladımki zevkli istemedim falan
ya değil hani bu termodinamik ona biraz korkutmu-

Öğrenciler, geleneksel öğretim yöntemini, öğrenciyi etkin kılmadığı, öğrenciye öğrenme sorumluluğunu yüklediği ve sıkıcı olduğu gibi nedenlerle yetersiz bulduklarını belirtmişlerdir.

4.5.3. Yeterli Öğrendiğine İnanma

Şekil 4.1'de verilen öğrenci yanıtı, öğrencinin hoşnutluğunun yanında yeterli öğrenme düzeyine ulaştığı inancına da bir örnektir. Şekil 4.9'da verilen 4 numaralı öğrencinin görüşünü belirttiği son cümlesi, kullanılan yöntemin eksik bulunmasına karşın yeterli öğrenme düzeyine ulaşıldığı inancına bir örnektir.

4.5.4. Dersi Eğlenceli ve Zevkli Bulma

Şekil 4.12 ve Şekil 4.13'de verilen öğrenci yanıtları, öğrencilerin dersi eğlenceli ve zevkli bulduğu düşüncesini göstermektedir.

Şekil 4.13

Kontrol Grubu 1 Numaralı Öğrencisinin Dersi Eğlenceli Bulmaya İlişkin
Düşünceleri

Derslerimizde 40k eğlenceli geliyor.

4.5.5. Kullanılan Okuma Parçalarına İlişkin Olumlu Görüş

Kontrol grubuna, tekniklerin uygulanması sırasında kullanılacak okuma parçaları önceden tek parça halinde sunulmuştur. Deney grubunda kullanılan etkinlik yapraklarında verilen ve okuma parçalarında bulunmayan problemler ise her ilgili konunun işlenmesi sırasında tahtaya yazılmış ve tahtada çözülmüştür. Bu nedenle, bir öğrenci dışında kontrol grubu öğrencileri okuma parçalarına ilişkin görüş bildirmemişlerdir.

Şekil 4.14

Kontrol Grubu 6 Numaralı Öğrencisinin Okuma Parçasına İlişkin Düşünceleri

Termodinamik dersinde
kullandığımız kitap da çok güzel. Cümleler çok anlaşılır, bilgiler
bizim anlayabileceğimiz gibi basit bir şekilde ifade edilmiş.

4.5.6. Ders Saati Sayısını Fazla Bulma

Kontrol grubu 1 numaralı öğrencisi termodinamik ders saatinin fazla olduğu ve üç ya da dört saat olmasının yeterli olacağı şeklinde görüş bildirmiştir.

Kontrol grubu öğrencilerinin yazdıkları görüşlerden bazılarının verildiği bu örneklerden sonra, belirli başlıklar altında toplanan konularda görüş bildiren öğrenci sayıları Tablo 4.15’de sunulmaktadır.

Tablo 4.15
Geleneksel Öğretim Yöntemine İlişkin ve Belirli Başlıklar Altında Toplanan Görüşlere Katılan Kontrol Grubu Öğrencisi Sayıları

Görüş Alanları	Öğrenci Sayısı (N=20)
Hoşnutluk	15
Yetersiz Bulma	10
Yeterli Öğrendiğine İnanma	10
Dersi Eğlenceli ve Zevkli Bulma	4
Kullanılan Okuma Parçalarına İlişkin Olumlu Görüş	1
Ders Saati Sayısını Fazla Bulma	1

Görüldüğü üzere kontrol grubu öğrencilerinin büyük çoğunluğu geleneksel öğretim yöntemiyle işlenen dersten hoşnut olduğunu, yarısı ise yeterli öğrenmeye ulaştığını belirtmiştir. Bu durum; her iki grubun da son ölçümde ön ölçüme göre termodinamik dersine yönelik tutumlarının gelişmiş olmasını ve iki grubun son tutum puanları arasında anlamlı bir fark olmamasını açıklamaktadır.

4.6. Deney Grubu Öğrencilerinin İşbirlikli Öğrenme Yöntemine İlişkin Düşünceleri

4.6.1. Hoşnutluk

İşbirlikli öğrenme yönteminden hoşnut olduğunu belirten deney grubu öğrencilerinin bir kısmının açıklamaları kendi el yazılarıyla aşağıda verilmektedir.

Şekil 4.15

Deney Grubu 1 Numaralı Öğrencisinin Yönteme İlişkin Düşünceleri

Bu dersi alana kadar öğretmenin anlatıp öğrencinin pasif kaldığı yöntemin diğerlerinden daha yararlı olduğunu düşünüyordum. Ama şu anda her dersin böyle işlenmesi gerektiğinden yanayım. Sonuç olarak bu yöntem; ilginç, eğlenceli ve daha faydalı. Umarım gelecek yıllarda tüm derslerde uygulanır.

Şekil 4.16

Deney Grubu 3 Numaralı Öğrencisinin Yönteme İlişkin Düşünceleri

Hocam ben başına kadar vize-final haftaları
 hiçbir ders alamazdım. Tekrar yolda baka olabiliydim.
 Aktif öğrenim yönteminde hiç olmazsa haftalarda
 5 saat temadivankle salıyordum. Kafe ganyordum. Bıyıkta
 cıle yararlı oldu. Düşünüyorum.

Şekil 4.17

Deney Grubu 10 Numaralı Öğrencisinin Yönteme İlişkin Düşünceleri

Diğer arkadaşlarımdan da bu yöntemle derslere devam etmesini istedim.

Şekil 4.18

Deney Grubu 14 Numaralı Öğrencisinin Yönteme İlişkin Düşünceleri

Bence bu yöntem, geleneksel öğretime göre çok
 verimli. Geleneksel yöntemde öğretmen anlattığı için
 biz pasif oluyoruz ister istemez dersden kopuyoruz.
 Bu yöntemde aktifiz bilgiye kendimiz ulaştığımız için
 daha kalıcı oluyor. Dersle başlamadan önce sınıfta okuyup
 sonra grup içinde tartışmamız bilginin kalıcı olmasını
 sağlıyor ve çok eğlenceli geçiyor.

Öğrencilerin yazılı görüşlerinden, ilk defa karşılaştıkları işbirlikli öğrenme yöntemini öğrenciyi etkin duruma getirdiği gerekçesiyle sevdikleri ve beğendikleri anlaşılmaktadır.

4.6.2. Hoşnutsuzluk

İşbirlikli öğrenme yönteminden hoşnut olmadığını belirten ya da hoşnut olmasına karşın bazı eleştirilerde bulunan deney grubu öğrencilerinin bir kısmının düşünceleri kendi el yazılarıyla iki alt başlık altında aşağıda verilmektedir.

4.6.2.1. Yöntemin Yorucu Olması

Şekil 4.19

Deney Grubu 4 Numaralı Öğrencisinin Yönteme İlişkin Düşünceleri

Tek dezavantajı, bazen çok zor oluyor olması. Sonuçta ulaşana kadar bazen çok yoruluyoruz. Kavram haritasında olduğu gibi :[

Şekil 4.20

Deney Grubu 8 Numaralı Öğrencisinin Yönteme İlişkin Düşünceleri

Pek çok dumlu yönü vardı bu yöntem ilk uygulamaya başladığında çok memnun oldum. Dersin nasıl bittiğini anlamıyordum. Fakat belli bir süreden sonra yöntemdeki yavaşlık beni yordu.

Şekil 4.21

Deney Grubu 12 Numaralı Öğrencisinin Yönteme İlişkin Düşünceleri

Onlar hiç yorulmadan sadece öğretmeni dinlerken biz sürekli çalışıp bir şeyler bulmaya çalışıyoruz artık beni çok yordu.

4.6.2.2. Zaman Sıkıntısı

Şekil 4.22

Deney Grubu 18 Numaralı Öğrencisinin Yönteme İlişkin Düşünceleri

İstarecek olursam bazen gerekler çok yorucu o da heralde zamanın bazen çok kısıtlı olmasının kaynağının masraflardan kaynaklanmıyabileceği için bu dersi tam verim için çok daha fazla zaman gerekiyor.

Verilen örneklerden anlaşılacağı üzere, deney grubu öğrencilerinden bazıları yöntemin yorucu ve zaman alıcı olduğuna yönelik cümleler kurarak hoşnutsuzluklarını belirtmişlerdir.

4.6.3. Anlamlı Öğrenme/ Bilginin Kalıcılığı

İşbirlikli öğrenme yönteminin anlamlı öğrenmeyi sağladığını ve bilgilerinin daha kalıcı olduğunu belirten deney grubu öğrencilerinin bir kısmının görüşleri kendi el yazılarıyla aşağıda verilmektedir.

Şekil 4.23

Deney Grubu 1 Numaralı Öğrencisinin Konuları Öğrendiğine İlişkin Düşünceleri

Kendi aramızda konuşa-
biliyor olmamız yani ders işlenirken susmak zorunda olmamamız
yöntemin en iyi yanlarından biri! Konuyu kendi aramızda tartışabili-
liyor olmamız konuyu kavramamızı sağlıyor ve zihnimizde oluşan
yanılgıları yok ediyor. Başkalarının düşüncesini de görmek insana görüş
kajandırıyor. Bu açıdan; konuyu ayrıntısıyla anladığınızı fark ediyorsunuz.

Şekil 4.24

Deney Grubu 2 Numaralı Öğrencisinin Konuları Öğrendiğine İlişkin Düşünceleri

Bu yüzden, klasik yöntemlere göre bilginin kalıcı olmasını sağlıyor
yani unutuyorum, öğrendiğim bilgileri daha iyi kavriyorum.

Şekil 4.25

Deney Grubu 9 Numaralı Öğrencisinin Konuları Öğrendiğine İlişkin Düşünceleri

Kullanılan yöntem geleneksel öğretim yöntemine
göre; bilginin kalıcılığını artırıyor, düzenli çalışmaya
yönlendiriyor, derslerin daha zevkli geçmesini sağlıyor,
en önemlisi öğrenciyi aktif yapıyor ve öğrencinin
derste sıkılmasına izin vermiyor.

Şekil 4.26

Deney Grubu 10 Numaralı Öğrencisinin Konuları Öğrendiğine İlişkin Düşünceleri

Bu eğitim yönteminin, konuları öğrenmeye pek çokten yardımcı olduğuna inanıyorum. Konuları ezberlemeyi değil öğrenmeyi sağladığını düşünüyorum. Bu eğitim yöntemi izleyerek öğrendiğimiz konular hakkında kendi düşüncelerimizi ortaya koyabiliyor, yorumlar getirebiliyorsak bu, konuya olan hakimiyetimizi ve kabarı pek çokten öğreniliğimizi gösterir.

Şekil 4.27

Deney Grubu 11 Numaralı Öğrencisinin Konuları Öğrendiğine İlişkin Düşünceleri

Bence bu aktif eğitim sistemi daha verimlidir. Bu derste grup içinde bir ~~şey~~ somuca tartışarak varıyoruz. Bu da bilginin ezberleyip değil de anlayarak edinmemizi sağlar. Böyle bilgi daha kalıcıdır.

Şekil 4.18, 4.31, 4.41 ve 4.53'de bulunan öğrenci açıklamaları da, işbirlikli öğrenme yönteminin anlamlı öğrenmeyi sağladığını ve bilgilerinin daha kalıcı olduğunu belirten diğer deney grubu öğrencilerinin görüşlerine örnek olarak verilebilir.

Verilen örnekler incelendiğinde, arkadaşlarıyla tartışarak görüş alışverişinde bulunmalarını sağlaması, öğrenciyi etkinleştirmesi ve düzenli çalışmaya yöneltmesi gibi nedenlerle, öğrencilerin, işbirlikli öğrenme yönteminin bilgiyi ezberlemeden anlayarak öğrenmelerini sağladığını ve bilgilerinin daha kalıcı olduğunu düşündükleri anlaşılmaktadır.

4.6.4. Dersi Eğlenceli ve Zevkli Bulma/ Derste Hiç Sıkılmama

İşbirlikli öğrenme yöntemiyle işlenen derslerde hiç sıkılmadığını, eğlendiğini ve dersleri zevkli bulduğunu belirten deney grubu öğrencilerinin bir kısmının düşünceleri kendi el yazılarıyla aşağıda verilmektedir.

Şekil 4.28

Deney Grubu 1 Numaralı Öğrencisinin Dersi Eğlenceli ve Zevkli Bulmasına, Derste Sıkılmamasına İlişkin Düşünceleri

Ayrıca dersi isterken çok eğlendim ve doğru zamanda yapılan etkinlikler dolayısıyla şasırdım!
 Bu yöntemi eğlenceli ve faydalı yapan en önemli şey, dersi anlatan birinin olmaması! Çünkü öğrenci de olsa, öğretmen de olsa dersi anlatan biri olduğu zaman insan ister istemez bir süre sonra dersten kopuyor. Fakat bu yöntemle dersin sonunda kadar uyanık oluyorsunuz ve etkinliklerin çeşitliliği dolayısıyla sıkılmıyorsunuz.
 Geçen yıl termodinamik dersinde çok sıkıldım. Bu yıl ise derse gelmek için can atıyor olmasam da; derslerde hiç sıkılmadım aksine eğlendim! Dersi bu yıl not yükseltmek için almıştım ama; yükseltmeyecek bile olsam iyi ki almışım diyorum. Çünkü çok fazla şey öğrendim ve günlük yaşamda kullanılabilecek çok şey kazandım.

Şekil 4.29

Deney Grubu 3 Numaralı Öğrencisinin Derste Sıkılmamasına İlişkin Düşünceleri

Derste arkadaşlarımla ortak çalıştığımız için ufak tefek çekişmeler muhabbet olsun yapıldığı için ders hiç sıkıcı geçmiyor. B. de derse ilgisi halinde artıyor.

Şekil 4.30

Deney Grubu 8 Numaralı Öğrencisinin Derste Sıkılmamasına İlişkin Düşünceleri

Geleneksel yöntemdeki dersten kopmaların sıklığı bu yöntemle ortadan kalkıyor.

Şekil 4.31

Deney Grubu 16 Numaralı Öğrencisinin Dersi Eğlenceli ve Zevkli Bulmasına İlişkin Düşünceleri

İzlediğimiz yöntem daha önceki yöntemlere göre daha zevkli. Ders bitiminde konu hakkında mutlaka birşeyler öğrenmiş oldum. Önceki yöntemde; derse isteksiz geldiğimde hiçbirşey öğrenemeyebiliyordum. Bu yöntemde ise her dersten yeni birşeyler öğrenerek çıktım.

Şekil 4.32

Deney Grubu 18 Numaralı Öğrencisinin Dersi Eğlenceli ve Zevkli Bulmasına İlişkin Düşünceleri

Termodinamik dersinin bu dönem aktif öğrenim olarak işlenmesi benim anlamamı daha faydalı oldu. Ders yorumu açık bir ders olduğu için grup tartışma yaparak öğrenimim daha zevkli oldu.

Şekil 4.33

Deney Grubu 19 Numaralı Öğrencisinin Dersi Eğlenceli ve Zevkli Bulmasına İlişkin Düşünceleri

Soruları arkadaşlarımızla grup çalışmalarını yaparak çözmeye, bilgilerimizi paylaşmamız dersi daha eğlenceli geçirmemizi sağlıyor.

Şekil 4.15, 4.18, 4.25 ve 4.57'de dersi eğlenceli ve zevkli bulan, derste sıkılmadığını belirten başka öğrenci düşüncelerini de içermektedir.

Öğrenciler, işbirlikli öğrenme yöntemiyle işlenen derslerde sıkılmadıklarını, dersten hiç kopmadıklarını, derslerin eğlenceli ve zevkli geçtiğini belirtmişlerdir.

4.6.5. Derse İstekli Katılım

İşbirlikli öğrenme yönteminin derse katılımı artırdığını belirten bazı öğrenci düşünceleri Şekil 4.34-4.38’de verilmektedir.

Şekil 4.34

Deney Grubu 4 Numaralı Öğrencisinin Derse İstekli Katılıma İlişkin Düşünceleri

Diğer yöntemde daha pasif kaldığımız doğru. Özellikle bir buçuk saat hiçbir şey yapmadan ders dinlemek büyük eziyet, uyanık kalmaya, derse odaklanmaya, ilgini dağıtmamaya çalışırken bir bakmışsin dalıvermişsin. Bu yöntemde buna fırsat olmuyor. Senin dikkatin dağılıyorsa bile, canın hiçbir şey yapmak istemiyorsa, hiçbir şey anlamıyorsan bile, grup üyelerinin tartışmalarına katılarak, hiç olmadı hocaya danışarak birşeyler öğrenebiliyorsun.

Şekil 4.35

Deney Grubu 8 Numaralı Öğrencisinin Derse İstekli Katılıma İlişkin Düşünceleri

İkinci yarı da uyguladığımız yöntem, öğrencinin gerçekten aktif olması gereken bir yöntem. Grup yöntemi uygulandığından grup içi birbirini keşiflendirme, denetleme öğrenciyi derse bağlı hale getirmektedir. Özellikle çalışma yapmayan ve derse derste de dinlemeyen öğrenci bu yöntem zorunlu dersin ortamında buluyor kendini.

Şekil 4.36

Deney Grubu 13 Numaralı Öğrencisinin Derse İstekli Katılıma İlişkin Düşünceleri

Daha önce derste ilgisi olmayan arkadaşlarını derse katılımı sağlıyor. Bu yöntemi eğitimde kitlesel başarıya ulaşmada daha verimlidir.

Şekil 4.37

Deney Grubu 19 Numaralı Öğrencisinin Derse İstekli Katılıma İlişkin Düşünceleri

Termodinamik dersinin işleyiş şekliyle gayet memnunuz. Derse derste katılımınızı sağlıyor ve böylelikle anlamamızı kolaylaştırıyor.

Derse istekli katılım alt başlığına, Şekil 4.50 ve Şekil 4.58’de sunulan öğrenci açıklamaları da örnek gösterilebilir.

Verilen örneklerden anlaşılacağı üzere; öğrenciler, işbirlikli öğrenme yönteminin öğrenciyi etkinleştirdiğini, arkadaşları ve öğretmenleriyle olan iletişim ve etkileşimlerini artırdığını düşünmekte, bu nedenlerle derslere isteyerek katıldıklarını belirtmektedirler.

4.6.6. Etkinlikler ve Materyallere İlişkin Olumlu Yorum

Uygulama boyunca yapılan etkinlikler ve kullanılan materyallere ilişkin yorumda bulunan deney grubu öğrencilerinin bir kısmının düşünceleri kendi el yazılarıyla Şekil 4.38-4.45’de verilmektedir.

Şekil 4.38

Deney Grubu 1 Numaralı Öğrencisinin Etkinlikler ve Materyallere İlişkin Düşünceleri

Ayrıca dersi isterken verilen yönergeler ve ya sorular konuyu anlamamızı gerektirdiği şekilde bizi yönlendiriyor.
Bunlarla birlikte etkinlikler çok ilginçti. (kavram haritası, bulmaca, vs.)
Sanıkı hepsi gereklilikmiş ama bugüne kadar forfetmemişim gibi geldi!

Şekil 4.39

Deney Grubu 2 Numaralı Öğrencisinin Etkinlikler ve Materyallere İlişkin Düşünceleri

Bizi düşündürmeye yönelik sorular iseren çalışma kâğıtlarıyla ve hocayla birebir iletişim sayesinde bu dönem öğretimdeki verimin çok yüksek olduğunu düşünüyorum. Kitap da aktif eğitim destekleyici yönde yazılmıştı yani, sıra, öğrenciye bilgiyi sindirecek şekildeydi.

Şekil 4.40

Deney Grubu 4 Numaralı Öğrencisinin Etkinlikler ve Materyallere İlişkin

Düşünceleri

Kavram haritası eğlenceliydi. Şekil gerçekten de daha akılda kalıcı. Yerleştirmek biraz zahmetliydi ama güzel oldu :) Bulmaca fikri de çok iyi. Konu sonlarında bulmaca yapabiliriz hep!

Şekil 4.41

Deney Grubu 8 Numaralı Öğrencisinin Etkinlikler ve Materyallere İlişkin

Düşünceleri

Materyallerin yardımıyla konuyu kendimize oluşturuyoruz. Bizim bulduğumuz sonuçlar her zaman daha kalıcı olur. Bu yüzden yöntem çok güzel

Şekil 4.42

Deney Grubu 11 Numaralı Öğrencisinin Etkinlikler ve Materyallere İlişkin

Düşünceleri

Değişik uygulamalar kavram haritası veya bulmaca gibi kavramlar arasındaki ilişkiyi daha iyi anlamamızı sağlar.

Şekil 4.43

Deney Grubu 14 Numaralı Öğrencisinin Etkinlikler ve Materyallere İlişkin

Düşünceleri

Özellikle kavram haritası ve bulmaca yöntemi çok hoşuma gitti. Kavram haritasında, öğrendiğimiz kavramlar yerli yerine oturdu, ve kavramlar arası ilişki kurmayı öğrendik ve bizim için genel bir tekrar oldu.

Şekil 4.44

Deney Grubu 17 Numaralı Öğrencisinin Etkinlikler ve Materyallere İlişkin

Düşünceleri

Ders sırasında doldurduğumuz çalışma kağıtları, sınavı alırken bize çok yardımcı oldu. Çünkü konuyla ilgili temel formülleri ve kavramları daha önce bu kağıtlara not etmiştik.

Dersin işleri seklide göveldi. Ancak adınıza kağıtlarını doldurmadık değil konuları tartıvorda öğrenmekti.

Şekil 4.45

Deney Grubu 18 Numaralı Öğrencisinin Etkinlikler ve Materyallere İlişkin

Düşünceleri

Kavram haritası oluşturulan konuları tetkik etmemize imkan sağladı. Bir macayı öğrenmek de aynı şekilde konuları genel anlamda kafamda yazmaya, uğitışma. mendenen oldu Dersi derste öğrenimimze sağladı

Verilen örneklerde görüldüğü üzere, deney grubu öğrencileri uygulama sürecinde gerçekleştirilen etkinlikler ve kullanılan materyallere ilişkin olumlu görüşler bildirmişlerdir. Özellikle kavram haritası ve bulmaca etkinliklerini beğendiklerini, konular arasında bağlantı kurmalarına yardımcı olmaları gerekçesiyle yararlı bulduklarını vurgulamışlardır.

4.6.7. Arkadaşlarla İletişim ve Etkileşim

Arkadaşlarıyla düşüncelerini paylaştıklarını, tartışarak ortak sonuca vardıklarını, etkileşimde ve iletişimde bulduklarını belirten deney grubu öğrencilerinin düşünceleri kendi el yazılarıyla Şekil 4.46-4.50'de verilmektedir.

Şekil 4.46

Deney Grubu 8 Numaralı Öğrencisinin Arkadaşlarıyla İlişkilerine Yönelik
Düşünceleri

Öğrenci; öğretmen ve diğer arkadaşları ile birebir sorularına cevap bulabiliyor. Öğrencinin bilgi alışverişi artıyor. Aklına takılan sorular o anda aklından buluyor.

Şekil 4.47

Deney Grubu 16 Numaralı Öğrencisinin Arkadaşlarıyla İlişkilerine Yönelik
Düşünceleri

Derelerde grupça yaptığımız çalışmalardan sonra bunları sınıfta paylaşmamız çok güzel bir uygulamaydı. Böylece diğer gruplarla bilgi alışverişinde bulunmuş olduk. Konularla ilgili değişik örnekler ve farklı bakış açılarından faydalanıp eksik bilgilerimizi tamamlamış olduk.

Şekil 4.48

Deney Grubu 17 Numaralı Öğrencisinin Arkadaşlarıyla İlişkilerine Yönelik
Düşünceleri

Ayrıca grup çalışmasında kafamıza takılan konuları hemen arkadaşlarımızla sorup öğrenebiliyoruz.

Şekil 4.49

Deney Grubu 18 Numaralı Öğrencisinin Arkadaşlarıyla İlişkilerine Yönelik
Düşünceleri

Kot alınca bütün gruplardan orijinal fikirler ortaya çıktı. Aynı birimizin ikinci gelmeyen diğerimizin ikinci geldiğini konular daha ayrıntılı ve sıkımdaki yorum örneklerde aklımda kalması sağlandı. Günlük termodinamikte kitaptan çalışmaya gel sitemi oluyor. Ödüllüğümü anlattım da yorum yapmıyordum. Arma aktif öğrenimde yorum yapma yeteneğimin geliştiğini aklımda söyleyebilirim.

Şekil 4.50

Deney Grubu 19 Numaralı Öğrencisinin Arkadaşlarıyla İlişkilerine Yönelik Düşünceleri

Grup çalışmalarında çok ilginç yorum ve sorularla karşılaşabiliyoruz. Benim aklıma gelmeyen soruları arkadaşlarım sorabiliyor. Bu şekilde ders istememiz bizim sürekli derste ilgilenmemizi sağlıyor.

Ayrıca, Şekil 4.23, 4.29, 4.33, 4.34 ve 4.35’de sunulan öğrenci açıklamaları bu alt başlığa örnek olarak verilebilir.

Verilen örneklerin bir analizi yapılırsa, deney grubu öğrencileri işbirlikli öğrenme yönteminin, arkadaşlarıyla olan iletişim ve etkileşimlerini artırdığını ve bunun da daha iyi öğrenmelerini sağladığını düşünmektedirler.

4.6.8. Öğretmenle İletişim ve Etkileşim

İşbirlikli öğrenme yöntemi sayesinde uygulama sürecinde öğretmene kolaylıkla soru sorabildiklerini, öğretmenle iletişim kurabildiklerini belirten deney grubu öğrencilerinin yazılı açıklamaları Şekil 4.51 ve Şekil 4.52’de verilmektedir.

Şekil 4.51

Deney Grubu 4 Numaralı Öğrencisinin Öğretmenle İletişimine İlişkin Düşünceleri

Ama yine de hocanın gruplar arasında dolaylı yardımcı olması güzeldi. Sıkıştığımız yerde kurtarıcımız hazır bekliyor :))

Şekil 4.52

Deney Grubu 11 Numaralı Öğrencisinin Öğretmenle İletişimine İlişkin Düşünceleri

Ayrıca grup içinde çözemediğimiz soruları her zaman hocaya sorabiliriz.

Şekil 4.34, 4.39 ve 4.46’da verilen öğrenci görüşleri aynı zamanda bu alt başlığa da verilebilecek örneklerdir.

4.6.9. Öğrenmeye Yönelik Sorumluluk

İşbirlikli öğrenme yöntemiyle işlenen derslerde, kendilerinin ve arkadaşlarının öğrenmesinin sorumluluğunun kendilerine ait olduğunu belirten deney grubu öğrencilerinin bir kısmının görüşleri kendi el yazılarıyla Şekil 4.53 ve 4.54’de verilmektedir. Verilebilecek bir diğer örnek ise Şekil 4.35’de sunulan öğrenci görüşüdür.

Şekil 4.53

Deney Grubu 17 Numaralı Öğrencisinin Öğrenmeye Yönelik Sorumluluğa İlişkin Düşünceleri

Termodinamik dersinde uyguladığınız etkin öğrenme yöntemi bence başarılı bir yöntem. Çünkü bu yöntemle, işlediğiniz konuları derste tam anlamıyla öğreniyorsunuz. Arkadaşlarınıza karşı sorumlu olabiliyorsunuz için bizi ders aldığınıza yöneltiyor.

Şekil 4.54

Deney Grubu 20 Numaralı Öğrencisinin Öğrenmeye Yönelik Sorumluluğa İlişkin Düşünceleri

Dersin istatüsü, herkese görev verilmesi çok güzel bir olay. Çünkü bazı görevleri alıp sorumluluğa çalışarak olabilir. Fakat ders sonunda sizin soru sormanız herkesi dersten uzaklaştırıyor. Çünkü kendisini ne kadar hissedip öğreniyor.

Örnekleri verilen bu öğrenci görüşlerinden, öğrencilerin kendilerinin ve arkadaşlarının öğrenmesinin sorumluluğunun kendilerine ait olduğunu anlamış oldukları yorumu yapılabilir.

4.6.10. Öğretmenlik Kariyerlerine Olacak Katkısı

Kullanılan yöntemin ileride yapacakları öğretmenlik mesleğinde kendilerine yararlı olacağını belirten öğrenci düşünceleri Şekil 4.55 ve Şekil 4.56'de verilmektedir.

Şekil 4.55

Deney Grubu 5 Numaralı Öğrencisinin Yöntemin Öğretmenlik Kariyerlerine Katkısına İlişkin Düşünceleri

Aslını söylemek gerekirse bilmen konu gereğinden mi dersin ilk yarısında derse dinleme isteği olmamıştı. Hatta derse girme sadece imza atmak için idi. Ama sonrasında ki yöntem ve biraz da konuların zenginliğinden olsa gerek daha çok sormeye başladım. Yani eğer öğretmen olursam bunu kullanmak isterdim.

Şekil 4.56

Deney Grubu 9 Numaralı Öğrencisinin Yöntemin Öğretmenlik Kariyerlerine Katkısına İlişkin Düşünceleri

By yöntem öğrencileri aktif yaparken aynı zamanda ileride iyi bir öğretmen olma yönünde bizleri destekliyor.

Belirtilen öğrenci görüşleri, öğretmen adaylarının, işbirlikli öğrenme yöntemini ve uygulanmasını öğrenmiş olmaktan mutlu olduklarının, daha da önemlisi bunu ilerideki meslek yaşamlarında kullanacaklarının işaretini vermektedir.

4.6.11. Derse İsteyerek Devam Etme

Derse isteyerek geldiğini belirten deney grubu öğrencilerinden bir tanesinin düşüncesi kendi el yazısıyla aşağıda verilmektedir.

Şekil 4.57

Deney Grubu 5 Numaralı Öğrencisinin Derse Devam Etmeye İlişkin Düşünceleri

Dereler daha zevkli geliyor ve düzenli çalışma olmasa da düzenli derse girmemi sağlıyor. Ve hiç sonradan çalışmasam bile konuya bir kulak aşinalığım oluyor.

4.6.12. Kendine Güven

İşbirlikli öğrenme yönteminin kendisine olan güvenini artırdığını belirten deney grubu öğrencisinin yazılı görüşü Şekil 4.58’de sunulmaktadır.

Şekil 4.58

Deney Grubu 15 Numaralı Öğrencisinin Kendine Olan Güvenine Yöntemin Etkisine İlişkin Düşünceleri

Derse katılıyorum bu yöntemle kendime güvenim artıyor bu şekilde. Devam etmesini istiyorum bu yöntemin.

4.6.13. Bireysel Değerlendirmeye İlişkin Olumlu Görüş

Birlikte Soralım Birlikte Öğrenelim Tekniği’nin gereklerinden biri olan ve bireysel değerlendirme amacıyla yapılan sınavlar hakkında görüş bildiren deney grubu öğrencisinin yazılı açıklaması Şekil 4.59’da verilmektedir.

Şekil 4.59

Deney Grubu 16 Numaralı Öğrencisinin Bireysel Değerlendirmeye İlişkin Düşünceleri

Konu bitimlerinde yapılan sınavlar çok faydalıydı. Eksiklerimi görmemi sağladı.

Deney grubu öğrencilerinin yazdıkları görüşlerden bazılarına verilen bu örneklerden sonra, belirli başlıklar altında toplanan konularda görüş bildiren öğrenci sayıları Tablo 4.16’da sunulmaktadır.

Tablo 4.16

İşbirlikli Öğrenme Yöntemi İle Uygulamannın İçeriğine İlişkin ve Belirli Başlıklar Altında Toplanan Görüşlere Katılan Deney Grubu Öğrencisi Sayıları

Görüş Alanları		Öğrenci Sayısı (N=20)
Hoşnutluk		18
Hoşnutsuzluk	Yorucu Bulma	6
	Çok Zaman Alma	3
Anlamli Öğrenme/ Bilginin Kalıcılığı		17
Dersi Eğlenceli ve Zevkli Bulma/ Derste Hiç Sıkılmama		13
Derse İstekli Katılım		12
Etkinlikler ve Materyallere İlişkin Olumlu Yorum		10
Arkadaşlarla İletişim ve Etkileşim		9
Öğretmenle İletişim ve Etkileşim		5
Öğrenmeye Yönelik Sorumluluk		3
Öğretmenlik Kariyerlerine Olacak Katkısı		2
Derse İsteyerek Devam Etme		1
Kendine Güven		1
Bireysel Değerlendirmeye İlişkin Olumlu Görüş		1

Öğrenci yanıtlarına göre oluşturulmuş bu alt başlıklar arasında başka olumsuz alt başlık olmamasının nedeni, öğrencilerin derslerin yorucu ve zaman alıcı olmasından başka olumsuz bir cümle yazmamış olmalarından kaynaklanmaktadır. Öğrencilere ders sırasında izlenen yönteme ilişkin görüşlerinin kompozisyon şeklinde yazdırılmasının, öğrenci görüşlerinin sınırlandırılmaması amacıyla tercih edildiğinin belirtilmesinde yarar vardır. Çünkü bazı öğrencilerin, sonradan belirlenen bu alt başlıkların bir kısmına ilişkin görüş belirtmemiş olmasının, o görüşe katılmadıkları anlamına gelmekten daha çok, büyük olasılıkla o konuda görüş bildirmenin akıllarına gelmemiş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

BÖLÜM 5

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde, önceki bölümde sunulan bulgulara dayanılarak ulaşılan sonuçlar, tartışma ve bu sonuçlara dayalı olarak verilen öneriler yer almaktadır.

5.1. Sonuçlar ve Tartışma

Termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularının öğretiminde, işbirlikli öğrenme ve geleneksel öğretim yöntemlerinin öğrencilerin başarısı, hatırd tutması, termodinamik dersine yönelik tutumu, kendilerine duydukları güven ve öğrenmelerini etkileyen etkenlere verdikleri önem üzerindeki etkileri ile kontrol grubu ve deney grubu öğrencilerinin uygulanan yöntemler ve uygulamanın içeriğine ilişkin görüşlerinin incelendiği bu araştırmada, her alt probleme yönelik olarak elde edilen başlıca sonuçlar şunlardır:

1. Termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularını işbirlikli öğrenme yöntemiyle öğrenen öğrenciler, geleneksel öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilere göre daha başarılı olmuşlardır. Buradan, işbirlikli öğrenme yönteminin öğrencilerin termodinamik başarısını artırdığı sonucuna varılmıştır.

Öğrenci görüşlerine ve araştırmacının kişisel görüşlerine dayanılarak söylenebilir ki, deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine göre daha başarılı olması, işbirlikli öğrenme yönteminin öğrencileri derslerde etkin duruma getirmesi, arkadaşları ve öğretmenleriyle etkileşim ve iletişimde bulunarak görüş alışverişinde bulunmalarına olanak vermesi, dersleri eğlenceli ve zevkli hale getirmesi, yöntemde kullanılan materyallerin ilgi çekici olması gibi olumlu yönlerinden kaynaklanmaktadır.

İşbirlikli öğrenme yönteminin öğrenci başarısını artırdığı sonucu, Bölüm 2’de ayrıntılı olarak sunulan ve Bölüm 1.1.10’da belirtilen gerek yurt içi, gerekse yurt dışında gerçekleştirilmiş bir çok çalışmada elde edilen sonuçlarla uyum içindedir.

2. İşbirlikli öğrenme yönteminin öğrencilerin bilgilerinin kalıcı olmasını sağladığı yani hatırd tutmayı artırdığı saptanmıştır.

Öğrenciler, işbirlikli öğrenme yönteminde, konuları materyaller üzerinde etkin bir şekilde çalışarak, arkadaşlarıyla tartışarak ve gerektiğinde öğretmenlerine de sorarak öğrenmektedir. Bu şekilde, bilgilerin ezberlenmeden kalıcı bir şekilde öğrenilmesinin gerçekleşeceği tartışılmaz bir gerçektir.

Bu sonuç, Bölüm 2’de ayrıntılı olarak sunulan ve Bölüm 1.1.10’da belirtilen işbirlikli öğrenmenin hatırd tutma üzerinde olumlu etkileri olduğunu ortaya çıkaran bir çok araştırmayı desteklemektedir.

3. Çalışmanın sonucunda, hem işbirlikli öğrenme grubunun hem de geleneksel öğretim grubunun termodinamik dersine yönelik tutumlarının istatistiksel olarak anlamlı derecede geliştiği, bununla birlikte her iki grup öğrencilerinin son ölçüm tutum puanları arasında, her ne kadar deney grubu öğrencilerinin ortalaması biraz daha yüksek olsa da, anlamlı bir fark olmadığı saptanmıştır.

Benzer sonuçlar; fene yönelik tutumlar açısından Merbah (1987)’in, Chung-Schickler (1998)’in ve Aslan ve Afyon (2005)’un çalışmalarında, fizik laboratuvar dersine yönelik tutumlar açısından Çalışkan, Selçuk ve Erol (2005)’un çalışmalarında, biyoloji dersine yönelik tutumlar açısından Hevedanlı ve Akbayın (2005)’in çalışmalarında ve biyoloji laboratuvar dersine yönelik tutumlar açısından Altıparmak ve Nakipoğlu (2002)’nin çalışmalarında da elde edilmiştir.

Kontrol grubu öğrencilerinin uygulama sırasında tutumlarının olumlu yönde gelişmesinin nedeninin, öğrencilerin yöntemle ilgili belirttikleri düşüncelerinden yola

çıkılarak, sınıftaki öğrenci sayısının yarıya inmesi nedeniyle öğretmene soru sorma fırsatlarının ve iletişimlerinin artması gibi bazı olumlu öğrenme ortamı üstünlüklerinden, ayrıca kontrol grubu öğrencilerinin geleneksel öğretim yönteminden hoşnut olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Her ne kadar deney grubu öğrencileri öğretim sırasında derse yönelik olumlu tutum geliştirmiş olsalar da, kontrol grubu öğrencilerinin tutumlarının da olumlu yönde gelişmesi nedeniyle, deney grubu öğrencilerinin tutumlarındaki gelişmenin salt işbirlikli öğrenme yönteminin kullanılmasından kaynaklandığının söylenmesi bu verilere göre zordur.

4. Deney grubu öğrencileri ile kontrol grubu öğrencileri arasında, fizik dersine yönelik kendilerine duydukları güven ile fizik konularını anlamalarında etkili olan etkenlere verdikleri önem arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ayrıca, her iki grup öğrencileri de, son ölçümlerinde ön ölçümlerine göre anlamlı bir gelişme göstermemişlerdir.

Sadler (2002) çalışmasında, işbirlikli öğrenmenin biyoloji kavramlarının uygulanmasına olan güveni arttırdığı ne varki biyoloji yöntemleri ve diğer fen alanlarına uygulanmasına yönelik güvende bir değişiklik olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Daubenmire (2004)'ın çalışmasında ise, işbirlikli öğretim yönteminin öğrencilerin kimya kavramlarını öğrenmelerini desteklemesi açısından güven ölçeğinin olumlu sonuç verdiği görülmüştür. Bu sonucun, Daubenmire'in uygulamasını 14 hafta gibi uzun bir süreçte gerçekleştirmiş olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Öğrencilerin, fizik dersine yönelik kendilerine duydukları güven ile fizik konularını anlamalarında etkili olan etkenlere verdikleri önemlerinde anlamlı bir gelişmenin olmamasının, fizik anabilim dalı öğrencisi olan deneklerin aslında uygulama öncesinde de fizik dersine yönelik olarak kendilerine güvenli olmaları ile kendilerini fizik öğrenmeye hazır hissetmelerinden ve fizik konularını anlamalarında

etkili olan etkenleri biliyor ve ayrıca önceden beri bunları kullanıyor olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

5. Kontrol grubu öğrencileri, daha önce hiç görmedikleri ve zor olduğunu düşündükleri termodinamik dersinin öğretmen tarafından anlatılmasının iyi olacağını savunmaktadırlar. Bu nedenle kontrol grubu öğrencilerinin büyük çoğunluğu (N = 15) geleneksel öğrenme yönteminden hoşnut olduklarını ve yöntemde değişiklik istemediklerini belirtmektedirler. Johnson ve diğer. (1998) de çalışmalarında, öğrencilerin çeşitli nedenlerle öğretimdeki değişikliklere direnebileceğini ve anlatım yönteminin sürmesi için baskı uygulayabileceklerini belirtmektedirler.

Kontrol grubu öğrencilerinin büyük çoğunluğu geleneksel öğretim yönteminden hoşnut olduklarını belirtmelerine karşın bazıları (N = 10) kendilerine göre yöntemin yetersiz kısımları olduğunu da belirtmişlerdir. Örneğin, bu yöntemde derse çalışmaları için zorlayıcı bir etken olmadığını, sıkıldıklarını, sorumluluğunu bilmeyen öğrencinin bu yöntemde başarısız olacağını söylemişlerdir. Çözülen problem sayısını yetersiz bulduğunu belirten dört öğrenci, yöntemi yetersiz bulan öğrenciler grubuna dahil edilmiştir. Çünkü her iki grup öğrencilerine aynı problemler verildiği halde, sadece kontrol grubu öğrencilerinden bir kaçının çözülen problem sayısının az olduğunu belirtmesi, tahtaya kaldırılan bir öğrenci veya öğretmen tarafından çözülen problemlerin kontrol grubu öğrencileri için yüzeysel kaldığını göstermektedir.

Kontrol grubu öğrencilerinden 10'u yeterli öğrenme düzeyine ulaştığını, dördü derslerin zevkli ve eğlenceli geçtiğini, biri kullanılan okuma parçalarına ilişkin olumlu görüşünü ve biri ise termodinamik dersi için ayrılan ders saatinin fazla olduğunu belirtmiştir.

Kontrol grubu öğrencilerinin geleneksel öğretim yöntemine ilişkin yukarıda belirtilen düşüncelerinin kıyaslanabileceği bir çalışmaya alanyazında rastlanılamamıştır.

Daha öncede değinildiği gibi kontrol grubu öğrencilerinin çoğunluğu geleneksel öğretim yöntemiyle işlenen dersten hoşnut olduklarını ve yeterli öğrenme düzeyine ulaşıldığına inandıklarını belirtmişlerdir. Bu durum; kontrol grubunun son ölçümde ön ölçüme göre termodinamik dersine yönelik tutumlarının gelişmiş olmasını ve iki grubun son tutum puanları arasında anlamlı bir fark olmamasını açıklamaktadır.

Kontrol grubu öğrencilerinin, geleneksel öğretim yönteminden hoşnut olmalarının, bu öğrencilerin işbirlikli öğrenme yöntemi veya diğer etkin öğrenme yöntemlerini ve üstünlüklerini bilmemelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

6. Deney grubu öğrencilerinin tamamına yakınının (N = 18), işbirlikli öğrenme yönteminin kullanılmasından hoşnut oldukları görülmüştür. Bu sonuç alanyazındaki diğer çalışmalarla da uyum içindedir. Herreid (1998)'in aktardığına göre; işbirlikli öğrenme yönteminin kullanıldığı 1200 çalışmayı inceleyen Johnson ve Johnson (1989, 1993), öğrencilerin geleneksel öğretim yöntemine göre, işbirlikli deneyimden daha çok hoşlandıklarını vurgulamaktadırlar. Samiullah (1995) çalışmasında, işbirlikli öğrenme sınıfındaki üniversite fizik öğrencilerinin materyale ve süreçte yapılanlara karşı olumlu görüşler verdiğini belirtmektedir. Yu ve Stokes (1998), termodinamik dersinde fizik öğrencilerinin problem çözümlerinde birbirlerinin öğrenmesinin sorumluluğunu taşıdıkları yönüne ilişkin görüşlerini elde etmek amacıyla uyguladıkları anket sonucunda öğrencilerin çoğunluğunun, yöntemden hoşnut olduğunu belirlemişlerdir. Mills ve diğer. (1999) ise, üniversite fizik öğrencilerinin işbirlikli öğrenme yönteminden hoşnut olduklarını rapor etmektedirler. Benzer şekilde üniversite kimya öğrencileri üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında; Nhu (1999) ve Daubenmire (2004) öğrencilerin işbirlikli öğrenme yöntemini sevdiklerini belirttiklerini ve ayrıca Nhu (1999), öğrencilerin işbirlikli öğrenme çevresinde çalışırken olumlu davranışlar sergilediklerini vurgulamaktadırlar.

Yöntemi yorucu (N = 6) ve zaman alıcı (N = 3) bularak hoşnutsuzluğunu belirten öğrencilerin açıklamaları ise, yöntemin bir diğer başarısına kanıt

oluşturmaktadır. Çünkü bu öğrenciler bilgiyi kazanmaya çalışırken yorulduklarını belirtmektedirler. Bilginin; üzerinde düşünülmeden, uğraşmadan, kolay elde edilemeyeceği herkesçe bilindiğine göre, bu alt başlık da olumlu yönde değerlendirilebilir.

Yine öğrencilerin büyük çoğunluğu (N = 17) yöntemin, bilgiyi anlamlı ve kalıcı bir şekilde öğrenmelerini sağladığını belirtmiştir. Bu sonuç alanyazındaki bir çok çalışmanın sonuçlarını desteklemektedir. Towns ve Grant (1997), üniversite kimya bölümü termodinamik dersinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında öğrencilerin, işbirlikli öğrenme yönteminin malzemeyi anlamalarına, üzerinde düşünmelerine, sınıf için hazırlamalarına ve kavramları bir araya getirmelerine yardımcı olduğuna inandıklarını belirtmektedirler. Yu ve Stokes (1998), öğrencilerin çoğunluğunun öğrenci merkezli bu yöntemle daha iyi öğrendiklerini düşündüklerini saptamışlardır. McKittrick ve diğer. (1999), ortaöğretim mekanik konularının öğretiminde kullandıkları işbirlikli öğrenme yöntemini, hem öğrenci hem de öğretmenlerin aynı şekilde anlama ve öğrenmeyi geliştiren etkili bir yöntem olarak bulduğunu belirtmektedirler. Mills ve diğer. (1999) de fizik öğrencileri üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında, yöntemin öğrencileri etkin bir biçimde düşünmeye ve görüşlerini değiştirmeye cesaretlendirdiğini belirtmektedirler. Nhu (1999)'nun çalışmasının bulguları, öğrencilerin işbirlikli öğrenme yaklaşımının onların öğrenmelerine yardımcı olan çok yararlı bir yöntem olduğuna inandıklarına işaret etmiştir. Öğrenciler ayrıca akıl yürütme yeteneklerinin geliştiğine ve küçük gruplarda birlikte çalışırken konuyu daha iyi anladıklarına inanmışlardır. Bilgin ve Geban (2004), sınıf öğretmenliği öğrencilerinin işbirlikli öğrenme yönteminin fen bilgisi dersindeki bilgilerinin daha kalıcı olmasını sağladığını düşündükleri sonucunu bulmuşlardır. Chung-Schickler (1998)'in aktardığına göre; Klionsky (1998)'nin çalışmasında, üniversite temel biyoloji dersinde öğrencilerin çoğu işbirlikli öğrenme yönteminin konuyu öğrenmelerine yardımcı olduğunu belirtmişlerdir.

Bu araştırmada, öğrencilerin yarısından fazlası (N = 13) derste hiç sıkılmadıklarını, dersin çok eğlenceli ve zevkli geçtiğini belirtmiştir. McKittrick ve

diğer. (1999) de, hem öğrenci hem de öğretmenlerin işbirlikli öğrenme yöntemini eğlenceli bulduğunu belirtmektedirler.

Derslerin zevkli geçmesi, arkadaşlara karşı sorumluluk hissedilmesi, arkadaşlarla her an etkileşim ve iletişimde olunması, istenildiği zaman öğretmene sorular sorulabilmesi gibi nedenlerden dolayı, derse etkin bir şekilde katıldıklarını yazılı olarak deney grubu öğrencilerinin yarısından fazlası (N = 12) belirtmiştir. İşbirlikli öğrenme yönteminin öğrenci katılımını artıran bir yöntem olduğu yurt içinde (Açıkgöz, 1992; Altıparmak ve Nakiboğlu, 2002; Aslan ve Afyon, 2005) ve yurt dışında (Mills ve diğer. 1999; Yu ve Stokes, 1998) başka çalışmalarda da rapor edilmiştir.

Öğrencilerin yarısı (N = 10), gerçekleştirilen etkinlik ve kullanılan materyallerden hoşnut olduklarını yazılı olarak belirtmiştir. Kullanılan etkinlikler ve materyallere ilişkin yorumda bulunan öğrenciler, çalışma yapraklarının bilgiye kendilerinin ulaşmasını ve kalıcı öğrenmelerini sağladığını, kavram haritası yapmanın ve bulmacanın bilgilerini ilişkilendirmelerini ve kalıcı öğrenmelerini sağladığını, ayrıca kavram haritası yapmayı ve bulmaca çözmeyi ilginç ve eğlenceli bulduklarını, okuma parçalarının öğrenmelerinde yararlı olduğunu belirtmişlerdir.

Arkadaşlarıyla düşüncelerini paylaştıklarını, tartışarak ortak sonuca vardıklarını, etkileşimde ve iletişimde bulduklarını belirten dokuz öğrenci bulunmaktadır. Bu sonuç da alanyazındaki diğer çalışmalarla uyumludur. Towns ve Grant (1997), işbirlikli öğrenme yönteminin öğrenciler arasındaki etkileşimi ve kişiler arası iletişim becerilerini geliştirdiğini, Bilgin ve Geban (2004)'ın aktardığına göre, Nattiv, Winitzky ve Dricky (1991), öğrencilerin arkadaşları ile daha iyi iletişim kurmalarını sağladığını, Erdem ve Morgil (2002) grup içi iletişim becerilerini geliştirdiğini, Johnson ve diğer. (1998) ile Aslan ve Afyon (2005)'un aktardığına göre, Slavin (1991) arkadaşlık ilişkilerini artırdığını belirlemişlerdir.

Bu yöntem aracılığıyla, öğretmenle birebir iletişimde bulunabildiklerini ve her gereksinim duyduklarında ulaşabildiklerini belirten beş öğrenci bulunmaktadır.

Johnson ve diğeri. (1998) işbirlikli öğrenen üniversite öğrencilerinin, yarışmacı veya bireysel çalışan öğrencilere göre, akranları ve eğitimcilerden hem akademik hem de kişisel olarak daha fazla sosyal destek aldıklarını belirtmektedirler.

İşbirlikli öğrenme yöntemiyle işlenen derslerde, kendilerinin ve arkadaşlarının öğrenmesinin sorumluluğunun kendilerine ait olduğunu ve bu nedenle etkin bir şekilde derse katıldıklarını üç öğrenci belirtmiştir. Erdem ve Morgil (2002) de çalışmalarında, öğrencilerin sorumluluk becerilerinin geliştiğini gözlediğini rapor etmektedirler.

İki öğrenci, işbirlikli öğrenme yöntem ve tekniklerini öğrenmekten mutlu olduklarını ve bunun öğretmenlik kariyerlerinde kendilerine yararlı olacağına inandıklarını yazmışlardır. Towns ve Grant (1997), iş piyasasının gittikçe daha yarışmacı olduğunu ve öğrencilerin etkili iletişim ve etkileşim becerilerinin, iş bulmalarında, üretkenliklerinde ve kariyerlerindeki başarılarında onlara çok yardımcı olabileceğinden haberdar olmaları gerektiğini vurgulamışlardır. Öğrencilerin; etkili iletişim ve etkileşim becerileri kazandırdığı bilinen işbirlikli öğrenme yönteminin, kendilerine öğretmenlik kariyerlerinde yararlarının olacağını düşünmeleri bu araştırmanın önemli sonuçlarından birisidir.

Bir öğrenci derse düzenli olarak ve isteyerek geldiğini ve bir öğrenci birlikte sorularla birlikte öğrenim tekniğinin kullanıldığı derslerde yapılan bireysel sınavların eksiklerini görmesi nedeniyle yararlı olduğunu belirtmiştir. Ayrıca bir öğrenci, derslere etkin olarak katılması nedeniyle kendine olan güveninin arttığını yazmıştır. Benzer şekilde işbirlikli öğrenme yöntemi ile, Erdem ve Morgil (2002) öğrencilerin güven becerilerinin geliştiğini gözlediğini, Nakiboğlu ve Benlikaya (2001) da öğrencilerin kendilerine olan güveninin arttığının belirlendiğini rapor etmektedirler.

Deney grubu öğrencilerinin, derslerin yorucu ve zaman alıcı olmasından başka olumsuz bir cümle yazmamış olması nedeniyle, öğrencilerin işbirlikli öğrenme yöntemine yönelik olumlu duygular içinde olduğu yani işbirlikli öğrenme yönteminin

öğrencilerin duyuşsal özelliklerini olumlu etkilediği söylenebilir. Bu sonuç, Açıkgöz (1992) ve Aslan ve Afyon (2005)'un aktardığına göre, Slavin (1991) tarafından da vurgulanmıştır.

Ayrıca, öğrencilerin yazdıkları kompozisyonlarında, araştırmacı tarafından sonradan belirlenen alanların bazılarında görüş bildirmemiş olmalarının, o konuda görüş yazmayı o an için düşünememiş olmalarından kaynaklandığı, aslında öğrenci görüşlerinin sınıflandırıldığı bu alt başlıklarla belirlenen görüşlere katılan deney grubu öğrencisi sayısının daha fazla olduğu düşünülmektedir.

Termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularının öğretiminde kullanılmak üzere hazırlanan materyallerin, işbirlikli öğrenme yöntemi teknikleriyle işe koşulmasının, öğrencilerin ilgili konulardaki başarılarını ve bilgilerinin kalıcılığını artırdığını, ayrıca derse, yöneme ve kullanılan materyale yönelik olumlu duyuşsal özellikler geliştirmelerini sağladığı araştırmanın bulgularına dayanılarak söylenebilir.

Ayrıca, uygulama sürecinde araştırmacının bazı izlenimlerinden şu sonuçlar da elde edilmiştir:

Uygulama sırasında, her iki grup öğrencilerine de ısı makinesinin verim, soğutma makineleri ve ısı pompalarının etkinlik katsayısı bağıntılarını ezberlememeleri, bu bağıntıları her gereksinim duyduklarında kolaylıkla çıkarabilecekleri vurgulanmasına karşın; deney grubu öğrencilerinin başarı ölçüğü son ölçümünde ve özellikle de geciktirilmiş ölçümünde kontrol grubu öğrencilerinden daha başarılı olmaları, işbirlikli gruplarda bu denklemlerin tartışarak kendileri tarafından çıkarılmasının öğrenmedeki etkililiğine bir kanıttır.

Deney grubu öğrencilerinin son ve geciktirilmiş ölçümlerde, kontrol grubu öğrencilerine göre daha başarılı olmaları, işbirlikli öğrenme gruplarında problem çözme becerilerinin geleneksel öğretim gruplarına göre daha fazla geliştiğinin de bir göstergesidir. Benzer sonuçlar Heller ve diğer. (1992) ile Yu ve Stokes (1998)'un

çalışmalarında ve Broyles (1999)'ın aktardığına göre, Hollabaugh (1995)'un çalışmasında da ortaya konulmuştur.

İşbirlikli öğrenme gruplarında, öğrenciler düşüncelerini paylaşmışlar, birbirlerine öğretmişler, konularla ilgili özgün örnekler ve sorular ortaya çıkarmışlar, özellikle kavram haritası ve bulmaca olmak üzere geliştirilen materyalleri sevmişlerdir. Öğrenciler etkinlikleri gerçekleştirirken ara sıra yorulduklarından yakınmışlardır, ne varki hemen hepsi daha iyi öğrendikleri ve bilgilerinin daha kalıcı olduğunun farkına varmışlardır.

Dersler sırasında, öğrencilerin termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularının nitel kısımlarını, nicel kısımlarına göre daha iyi kavradıkları ve daha ilgi çekici buldukları izlenmiştir.

Araştırmanın uygulama sürecini güçleştirecek herhangi bir sorunla karşılaşılmamıştır. Deney grubu öğrencileri, kısa bir süre içinde işbirlikli öğrenme yöntemine uyum sağlamışlar ve gereklerini mümkün olduğunca eksiksiz bir şekilde yerine getirmişlerdir. Öğrenciler ve gruplar arasında herhangi bir çatışmaya rastlanmamıştır. Öğrencilerin, bütün etkinliklere isteyerek ve etkin bir şekilde katıldıkları, ayrıca ortaya çıkardıkları öğrenme ürünlerinden dolayı mutlu oldukları izlenmiştir. Araştırmanın uygulama sürecinde fazla sorunla karşılaşılmamış olması, öğrencilerin araştırmacıyı önceden tanıyor olmasından kaynaklanmış olabilir. Bunun yanında, bu araştırmada deney grubu öğrencilerinin işbirlikli öğrenme yönteminin yararlarına inandığı görülmüştür. Kullanılan yöntemin yararına inandırılan her öğrencinin, araştırmacıyı tanıyıp tanımamasından bağımsız olarak başarılı olacağına inanılmaktadır.

Deney grubu öğrencileri, derse başlanmadan önce geleneksel öğretim yöntemine uygun olarak düzenlenmiş sıraları işbirlikli öğrenme yöntemine uygun bir sınıf düzeninde yerleştirmeyi kısa bir süre içinde alışkanlık haline getirmişlerdir. Bu nedenle işbirlikli öğrenme yöntemine uygun bir sınıf düzeninin oluşturulması ek zaman gerektirmemiştir.

5.2. Öneriler

Araştırmada elde edilen sonuçlara dayalı olarak şu önerilerde bulunulabilir:

Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konularının Öğretimine Yönelik Öneriler:

Isı makinelerinin verimi ile soğutucu ve ısı pompalarının etkinlik katsayılarını veren bağıntıların ezberlenmemesi gerektiği; etkinlik veya verimin genel bir tanımının, elde edilmek istenen değeri, bunu elde etmek için harcanılması gereken değere bölünerek yapılabileceği; bu tanımı, ısı aktarımları ile yapılan veya harcanan işin yönlerinin, alçak ve yüksek sıcaklık kaynaklarının ve makinenin gösterildiği basit bir çizim yoluyla, bu bağıntıların kolaylıkla çıkarılabileceği görüşü öğrencilere kazandırılmalıdır. Benzer açıklama, Carnot ısı makinesi, Carnot soğutucuları ve ısı pompaları için de yapılmalıdır.

Termodinamiğin ikinci yasasının bir çok açıklaması olduğu, ne varki bu açıklamaların hepsinin aynı anlama geldiği ve bu açıklamaların neler olduğu vurgulanmalıdır.

Öğrencilerin doğal olayların tek yönde ilerlemesini ve entropinin hangi durumlarda arttığını anlayabilmeleri için tersinmezlik kavramını çok iyi anlamaları gerekmektedir. Bu nedenle bu kavramın tanımı ve tersinmezliğe neden olan etkenler üzerinde dikkatli bir şekilde durulmalıdır. Yapılan çalışma sırasında, öğrencilerin kendi buldukları örneklerle ilişkili kavramları iyi öğrendikleri izlenmiştir.

Öğrencilerin termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularının nitel kısımlarını daha ilgi çekici bulmaları sonucuna dayanarak, ayrıca büyük olasılıkla birkaç sene içerisinde öğrendikleri bağıntıları unutacak olmaları nedeniyle, konuların günlük yaşamla ilişkilendirilebilir niteliksel açıklamaları üzerinde daha çok durulması önerilmektedir.

Bir dersin öğreniminde laboratuvarın önemi büyüktür. Ne varki termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularına ilişkin Fizik Anabilim Dalı laboratuvarımızda yararlanılacak deney olanakları bulunmadığı için bu çalışmada deney yapılması gerçekleştirilememiştir. Konulara ilişkin gerek gösteri gerekse ölçüm alınabilen deneyler içeren bir laboratuvar geliştirilmeli, bu deneyler de işe koşularak benzer çalışmalar gerçekleştirilmelidir.

Termodinamiğin ikinci yasası ile entropi konuları ve tersinmezlik gibi ilgili kavramlar, günlük yaşamda karşılaşılan hemen her olayın gerçekleşme yönünü belirlemesi nedeniyle çok küçük yaşlarda bile sezgisel olarak temel düzeyde anlaşılabilir konulardır. İkinci yasa ve entropiye, enerjinin korunumundan söz edilirken değinilmesi, öğrencilerin enerjinin kullanılıp bitirildiği yanlış görüşünü edinmelerini önleyerek, enerjinin korunduğu ne varki değer yitirdiği yani kullanılabilirliğinin azaldığı görüşünün kazandırılmasını sağlayabilir. Dolayısıyla ikinci yasa ve entropinin temel görüşleri ortaöğretim düzeyinde bulunan özellikle fen öğrencilerine verilmelidir.

Öğretmen Eğitim ve Öğretimine Yönelik Öneriler:

Geleceğin fen bilgisi öğretmenleri olacak olan eğitim fakültesi fen bilgisi anabilim dalı öğrencilerinin, ileride enerjinin korunumunu, enerji çeşitlerini ve enerji dönüşümlerini anlatacak olmaları nedeniyle, termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konuları, bağıntılara çok fazla değinilmeden temel düzeyde eğitim fakültesi fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerine de verilmelidir.

Bu araştırmada ve alanyazındaki bir çok çalışmada ortaya konulduğu üzere, bir çok yönden yararlı bir yöntem olan işbirlikli öğrenme yönteminin bütün öğretmenler tarafından bilinmesi yararlı olacaktır. Bu nedenle geleceğe yatırım yapılarak, eğitim fakültelerindeki bütün bölümlerin öğrencileri, işbirlikli öğrenme yöntemleriyle mutlaka tanıştırılmalı, en az bir derste işbirlikli öğrenme uygulamalarını yaparak ve yaşayarak öğrenmelidirler.

Öğrencilerin işbirlikli öğrenme gibi etkin öğrenme yöntemlerine alışmaları ve yöntemlere yönelik olumlu tutum sergileyebilmeleri için ilköğretimden başlamak üzere bütün eğitim deneyimleri boyunca etkin öğrenme yöntemleriyle tanıştırmaları ve bu yöntemlerin yararına inandırılmaları gerekmektedir. Bu yolla öğrencilerin bilmedikleri bir yönteme direnmeleri ve başlangıçta yöntemin nasıl uygulanacağını bilmemelerinden kaynaklanan zaman sıkıntısı sorunu da ortadan kaldırılmış olacaktır.

Araştırmacılara Yönelik Öneriler:

İşbirlikli öğrenme yönteminin, termodinamik konularının öğretiminde etkili bir yöntem olarak kullanılabileceği önerilmektedir.

Araştırmada geliştirilen ölçme araçları ve geliştirilen materyaller başka çalışmalarda veya ilgili konuların öğretiminde kullanılabilir.

Bu çalışma gerçekleştirilirken, ilgili konulara ilişkin alanyazında çoktan seçmeli termodinamik soruları bulunamamıştır. Gerçekleştirilecek araştırmalarda, termodinamik konularında başarı ölçeklerinin geliştirilmesi çalışmaları da yapılmalıdır.

İşbirlikli öğrenme yönteminin termodinamik öğrencilerinin başarılarını ve hatırd tutma düzeylerini artırdığının saptanmış olması, ayrıca öğrencilerin yöneme yönelik çok olumlu duygular geliştirmiş olması nedeniyle; termodinamiğin başka konuları ile fiziğin diğer alanlarında da işbirlikli öğrenme yönteminin uygulanabilirliği denenmelidir.

Bir derste işbirlikli öğrenme yönteminin kullanılabilmesi için, konuya uygun etkinliklerin seçilmesi, derslerin planlanması ve gerekli materyallerin hazırlanması gibi güç süreçlerin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle grup projeleri gerçekleştirilerek, bir bilim dalının tüm alanlarında konulara uygun etkinliklerin seçildiği ve etkili öğretim materyallerinin hazırlanarak işe koşulduğu

planlamalar yapılmalı, bu planlamalar ve materyaller bütün eğitimcilerin hizmetine sunulmalıdır.

Ulaşılan sonuçların genelleştirilmesini sağlamak amacıyla, benzer çalışmalar öteki üniversitelerde de gerçekleştirilmelidir. Bunun için ortak araştırma projeleri yapılmalıdır.

Termodinamiği öğrenmenin zor olduğu görüşünü yenecek ve anlamlı öğrenmeyi sağlayacak başka yöntemlerin denendiği araştırmalar da gerçekleştirilmelidir.

Yapılacak araştırmalarda, sadece işbirlikli öğrenme yöntemi ile öğrenim gören deney grubu öğrencilerinin değil, aynı zamanda geleneksel öğretim yöntemi ile öğrenim gören kontrol grubu öğrencilerinin de görüşleri alınmalıdır.

Öğrencilerin güdü, güven, önem, hoşlanma gibi duyuşsal özellikleri üzerinde işbirlikli öğrenme yönteminin ya da başka yöntemlerin etkililiğini ölçecek, geçerli ve güvenilir ölçme araçlarının alanyazındaki eksikliğini giderilmesine yönelik çalışmalar gerçekleştirilmelidir.

KAYNAKÇA

- Açıkgöz, K. (1992). **İşbirlikli Öğrenme-Kuram Araştırma Uygulama**. Malatya: Uğurel Matbaası
- Açıkgöz, K. (1993). **İşbirliğine Dayalı Öğrenme ve Geleneksel Öğretimin Üniversite Öğrencilerinin Akademik Başarısı, Hatırda Tutma Düzeyleri ve Duyuşsal Özellikleri Üzerindeki Etkileri**. A. Ü. Eğitim Bilimleri Fakültesi: I. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi (25-28 Eylül 1990). Ankara: MEB yay., 187-201
- Açıkgöz, K. (1998). **Etkili Öğrenme ve Öğretme**. 'İkinci Baskı'. İzmir: Kanyılmaz Matbaası
- Açıkgöz, K. (2002). **Aktif Öğrenme**. İzmir: Eğitim Dünyası Yayınları
- Akinsola, M. K. (1999). **Mastery Learning, Cooperative Mastery Learning Strategies and Students' Achievement in Integrated Science**. Second International Conference of the ESERA, Research in Science Education: Past, Present and Future (Proceedings PoS2-14). 31 Ağustos-4 Eylül 1999. Kiel. Germany <<http://www.ipn.uni-kiel.de/projekte/esera/book/all.htm>> (14.07.2006)
- Aktamış, H., Tanel, R. ve Ergin, Ö. (2004). **Lise Öğrencilerinin Fizik Dersine Yönelik Görüşleri ve Tutumları**. Türk Fizik Derneği 22. Fizik Kongresi. (14-17 Eylül 2004). Bodrum
- Altıparmak, M. (2001). **Biyoloji Öğretiminde İşbirlikli Öğrenme Yönteminin Laboratuvara Yönelik Tutum ve Başarı Üzerine Etkisi**. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. DEÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir
- Altıparmak, M. ve Nakiboğlu, M. (2002). **Lise Biyoloji Laboratuvarlarında "İşbirlikli Öğrenme" Yönteminin Tutum ve Başarıya Etkisi**. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. (16-18 Eylül 2002). Bildiri Kitapçığı (Cilt I, 40-45). Ankara:ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi
- Amaral, E. M. ve Mortimer, E. F. (2005). **Investigating Students' Conceptual Profiles in Thermochemistry**. ESERA 2005. (28 August- 1 September). Barcelona. 1300-1302

- Apotheker, J., Pilot. A. ve Streun, A.V. (2005). **Cooperative Learning in the Chemistry Classroom**. ESERA 2005. (28 August- 1 September). Barcelona. 303-306
- Aslan, O. ve Afyon, A. (2005). İlköğretim Fen Bilgisi Öğretiminde İşbirlikli Öğrenme Yönteminin Öğrencilerin Başarı ve Tutumlarına Etkisi. *Selçuk Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Sayı 19, 137-155
- Atasoy, Ş. ve Akdeniz, A.R. (2006). Yapılandırmacı Öğrenme Kuramına Uygun Geliştirilen Çalışma Yapraklarının Uygulama Sürecinin Değerlendirilmesi. *Milli Eğitim Dergisi*. 170(35), 157-173
- Ateş, M. (2004). İşbirlikli Öğrenme Yönteminin İlköğretim İkinci Kademedeki Madde ve Özellikleri Ünitesinde Öğrenci Başarısına Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. DEÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir
- Azevedo e Silva, J. F. M. (1991). The Thermodynamics of a Refrigeration System. *Physics Education*. 26(2), 115-119
- Baierlein, R. (1994). Entropy and the Second Law: A Pedagogical Alternative. *American Journal of Physics*. 62(1), 15-26
- Bailyn, M. (1985). Carnot and the Universal Heat Death. *Am. J. Phys.* 53 (11), 1092-1099
- Balfakih, N. M. A. (2003). The Effectiveness of Student Team-Achievement Division (STAD) for Teaching High School Chemistry in the United Arab Emirates. *International Journal of Science Education*. 25(5), 605–624
- Barrow, G. M. (1988). Thermodynamics Should Be Built on Energy- Not on Heat and Work. *Journal of Chemical Education*. 65(2), 122-125
- Başer, M. (1996). Kavram Değiştirme Yönteminin Öğrencilerin Isı ve Sıcaklık Kavramlarını Anlamalarına ve Fen Tutumlarına Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Ben-Zvi, R.. (1999). Non-Science Oriented Students and the Second Law of Thermodynamics. *International Journal of Science Education*. 21(12), 1251-1267
- Berger, R. ve Hazne, M. (2005). **The Jigsaw Method in the Upper Secondary School Physics-Its Impact on Motivation**. Learning and Achievement. ESERA 2005. (28 August- 1 September). Barcelona. 1581-1583

- Bilgin, İ. (2006). The Effects of Hands-On Activities Incorporating a Cooperative Learning Approach on Eight Graduate Students' Science Process Skills and Attitudes Toward Science. *Journal of Baltic Science Education*. 1(9), 27-37
- Bilgin, İ. ve Geban, Ö. (2004). İşbirlikli Öğrenme Yöntemi ve Cinsiyetin Sınıf Öğretmenliği Öğretmen Adaylarının Fen Bilgisi Dersine Karşı Tutumlarına, Fen Bilgisi Öğretimi I Dersindeki Başarılarına Etkisinin İncelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 26, 9-18
- Bindel, T. H. (2004). Teaching Entropy Analysis in the First-Year High School Course and Beyond. *Journal of Chemical Education*. 81(11), 1585-1594
- Boxtel, C., Linden, J. ve Kanselaar, G. (2000). The Use of Textbooks As a Tool During Collaborative Physics Learning. *The Journal of Experimental Education*. 69 (1), 57-76
- Broyles, M. L. (1999). A Comparison of the Participation in Cooperative Learning on the Success of Physics, Engineering and Mathematics Students. Yayınlanmış Doktora Tezi. Texas A&M Üniversitesi, UMI Number: 9949284
- Bucher, M. (1993). Diagram of the Second Law of Thermodynamics. *American Journal of Physics*. 61 (5), 462-466.
- Cannon, J. W. (2004). Connecting Thermodynamics to Students' Calculus. *American Journal of Physics*. 72 (6), 753-757
- Carlton, K. (2000a). Teaching About Heat and Temperature. *Physics Education*. 35(2), 101-105
- Carlton, K. (2000b). Heat and Temperature. *Physics Education*. 35(5), 316-317
- Carson, E. M. ve Watson, J. R. (2002). Undergraduate Students' Understandings of Entropy and Gibbs Free Energy. *U. Chem. Ed.*, 6, 4-12
- Ceyhan, A. ve Türnüklü Beymen, E. (2002). Matematik Öğretiminde Kullanılabilecek Bir Materyal: Çalışma Yaprakları. *Çağdaş Eğitim Dergisi*. 292, 37-46
- Chang, J. (1999). Teachers College Students' Conceptions about Evaporation, Condensation, and Boiling. *Science Education*. 83, 511-526
- Chung-Schickler, G. C. (1998). The Effect of Cooperative Learning on the Attitudes Toward Science and the Achievement of Students in a Non-Science Majors' General Biology Laboratory Course at an Urban Community College.

- Yayınlanmış Doktora Tezi. Florida Uluslararası Üniversitesi. UMI No: 9908038
- Cochran, M. ve Heron, P. R. L. (2006). Development and Assessment of Research-Based Tutorials on Heat Engines and the Second Law of Thermodynamics. *Am. J. Phys.* 74 (8), 734-741
- Cochran, M. (2005). Student Understanding of the Second Law of Thermodynamics and the Underlying Concepts of Heat, Temperature, and Thermal Equilibrium. Yayınlanmış Doktora Tezi. University of Washington. UMI No:3198778
- Cotignola, M. I., Bordogna, C., Punte, G. ve Cappannini, O. M. (2002). Difficulties in Learning Thermodynamics Concepts: Are They Linked to the Historical Development of This Field?. *Science & Education.* 11, 279-291
- Cox, A. J., Belloni, M., Dancy, M. ve Christian, W. (2003). Teaching Thermodynamics with Physlets in Introductory Physics. *Physics Education.* 38(5), 433-440
- Crouch, C. H. ve Mazur, E. (2001). Peer Instruction: Ten Years of Experience and Results. *American Journal of Physics.* 69 (9), 970 – 977
- Cullen, J. F. (1983). Concept Learning and Problem Solving: The Use of the Entropy Concept in College Chemistry. Yayınlanmış Doktora Tezi. Cornell University
- Çalışkan, S., Sezgin Selçuk, G. ve Erol, M. (2005). İşbirlikli Öğrenme Yönteminin Öğrencilerin Fizik Laboratuvar Başarısı ve Tutumu Üzerindeki Etkileri. *Çağdaş Eğitim Dergisi*, 320, 23-29
- Çeçen, A. R. (2000). Vygotsky'nin Sosyokültürel Perspektifi Işığında Bilişsel Gelişime Katkıları. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi.* 2(19), 21-25
- Çengel, Y. A. ve Boles, M. A. (1996). Çeviren: Taner Derbentli. **Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik.** İstanbul: McGraw Hill-Literatür Yayıncılık
- Çetinkaya, S. (1999). **Termodinamik-Yasalar, İşlemler, Uygulamalar.** Ankara: Nobel Yayın Dağıtım
- Danusso, L., Mangani, V. ve Vicentini, M. (2005). **Do Teachers Need a Conceptual or a Paradigmatic Change?.** ESERA 2005. (28 August- 1 September). Barcelona. 810-813

- Daubenmire, P.L. (2004). A Longitudinal Investigation of Student Learning in General Chemistry with the Guided Inquiry Approach. Yayınlanmış Doktora Tezi. The Catholic University of America. UMI No: 3124889
- Dilek, C. ve Gürdal, A. (2004). **Fizik Eğitiminde Parçalı Öğretim Tekniğinin Öğrenci Başarısına Etkisi**. VI. Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. (9-11 Eylül 2004). Bildiriler (Cilt I, 330-336). İstanbul: Marmara Üniversitesi
- Einhaus, E. ve Schecker, H. (2005). **Thermodynamics Concept Inventory- Development of a Standardized Test for Thermodynamics**. ESERA 2005. (28 August- 1 September). Barcelona. 1070-1072
- Ekiz, D. (2003). **Eğitimde Araştırma Yöntem ve Metotlarına Giriş**. Ankara: Anı Yayıncılık
- Erdem, E. ve Morgil, İ. (2002). **Kimya Dersinde Küçük Grupla Öğrenme Konusunda Öğrenci Görüşleri**. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Eğitim Kongresi. (16-18 Eylül 2002). Bildiri Kitapçığı (Cilt:I, 759-763). Ankara: ODTÜ
- Erickson, G.L. (1979). Children's Conceptions of Heat and Temperature. *Science Education*. 63(2), 221-230
- Erickson, G.L. (1980). Children's Viewpoints of Heat: A Second Look. *Science Education*. 64(3), 323-336
- Erk, Ş. (1994). **Fizik Ders Notları Cilt II: Sıcaklık ve Isı**. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Basımevi
- Ferbar, J. (1995). Words and Their Meaning in Teaching Thermodynamics. **Thinking Physics for Teaching**. (Edited by Carlo Bernardini, Carlo Tarsitani ve Matilde Vicentini). 249-260. New York: Plenum Press
- Gaggioli, R. A. (1969). More on Generalizing the Definitions of 'Heat' and 'Entropy'. *Int. J. Heat Mass Transfer*. 12, 656-660
- Gömleksiz, M. (1995). Kubaşık Öğrenme Teknikleri. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 2 (12). 36-41
- Greenbowe, T. ve Meltzer, D. E. (2003). Student Learning of Thermochemical Concepts in the Context of Solution Calorimetry. *Int. J. Sci. Educ.* 25(7), 779-800

- Heller, P., Keigh, R. ve Anderson, S. (1992). Teaching Problem Solving Through Cooperative Grouping. Part 1: Group Versus Individual Problem Solving. *American Journal of Physics*. 60(7), 627-636
- Heller, P. ve Hollabaugh, M. (1992). Teaching Problem Solving Through Cooperative Grouping. Part 2: Designing Problems and Structuring Groups. *American Journal of Physics*. 60(7), 637-644
- Herreid, C. F. (1998). Why Isn't Cooperative Learning Used to Teach Science?. *BioScience*. 48(7), 553-559
- Hevedanlı, M. ve Akbayın, H. (2005). Biyoloji Öğretiminde Tam Öğrenmeye Dayalı İşbirlikli Öğrenme Yönteminin Etkileri Üzerine Bir Araştırma. *Çağdaş Eğitim Dergisi*. 326, 38-46
- Hewitt, P. G. (1989). **Conceptual Physics** Sixth Edition. USA: Harper Collins Publishers
- Holman, J.ve Pilling, G. (2004). Thermodynamics in Context-A Case Study of Contextualized Teaching for Undergraduates. *Journal of Chemical Education*. 81(3), 373-375
- Ishida, M. ve Chuang, C. (1997). New Approach to Thermodynamics. *Energy Convers. Mgmt.* 38(15-17), 1543-1555
- Johnson, D. W., Johnson, R. T. ve Smith, K. A. (1998). Cooperative Learning Returns to College What Evidence Is There That It Works?. *Change*. 30(4), 26-35
- Johnson, D. W., Johnson, R. T. ve Smith, K. A (2006). Cooperative Learning. <<http://www.ce.umn.edu/~smith/docs/CL%20College-804.doc>> (25/07/2006)
- Johnstone, A. H., MacDonald, J. J. ve Webb, G. (1977). Misconceptions in School Thermodynamics. *Physics Education*. May, 248-251
- Jones, J. B. ve Dugan, R. E. (2003). Çeviren: Hamra Atılğan. **Mühendislik Termodinamiği**. İstanbul: Beta Basım Yayım
- Kagan, S., Kagan, M. ve Kagan, L. (2000). **Science- Reaching Standards Through Cooperative Learning**. Kagan Publishing
- Kalem, R. (2002). Ortaöğretim Lise 1 Fizik Dersi “Sıcaklık ve Isı” Öğretim Programı Tasarısı. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir

- Kalem, R., Tanel, Z. ve Çallica, H. (2002). **Ortaöğretim Fizik Dersi Sıcaklık ve Isı Konusu Öğretim Programı Geliştirme Üzerine Bir Çalışma**. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. (16-18 Eylül 2002). Bildiri Kitapçığı (Cilt 1, 519-524). Ankara: ODTÜ
- Kalem Tanel, R., Kaya Şengören, S. ve Kavcar, N. (2005). **Termodinamik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği Geliştirilmesi**. XIV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi. (28-30 Eylül 2005). (Kongre Kitabı Cilt 2 101-105, Editör: Hüseyin Kıran). Denizli: Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi
- Kaper, W. H. ve Goedhart, M. (2002a). 'Forms of Energy', An Intermediary Language on the Road to Thermodynamics? Part I. *Int. J. Science Education*. 24(1), 81-95
- Kaper, W. H. ve Goedhart, M. (2002b). 'Forms of Energy', An Intermediary Language on the Road to Thermodynamics? Part II. *Int. J. Science Education*. 24(2), 119-137
- Karasar, N. (2000). **Bilimsel Araştırma Yöntemi**. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım
- Kasap, H. (1996). İşbirlikli Öğrenme, Fen Başarısı, Hatırda Tutma, Öğrenci Yüklemeleri ve İşbirlikli Öğrenme Gruplarındaki Etkileşim. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir
- 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
- Kincanon, E. (2004). Entropy Simulation Helps to Reinforce Physics Concepts. *Physics Education*. 39(5), 379-392
- Kozliak, E. I. (2004). Introduction of Entropy Via the Boltzmann Distribution in Undergraduate Physics Chemistry: A Molecular Approach. *Journal of Chemical Education*. 81(11), 1595-1598
- Laburu, C. E. ve Niaz, M. (2002). A Lakatosian Framework to Analyze Situations of Cognitive Conflict and Controversy in Students' Understanding of Heat Energy and Temperature. *Journal of Science Education and Technology*. 11(3), 211-219
- Lambert, F. L. (1998). Chemical Kinetics: As Important As the Second Law of Thermodynamics?. *The Chemical Educator*. 3(2), 1-6

- Lewis, E. L., Stern, J. L. ve Linn, M. C. (1993). The Effect of Computer Simulations on Introductory Thermodynamics Understanding. *Educational Technology*. 33(1), 45-58
- Liberko, C. A. (2004). Using Science Fiction to Teach Thermodynamics: Vonnegut, Ice-nine, and Global Warming. *Journal of Chemical Education*. 81(4), 509-512
- Lieb, E. H. ve Yngvason, J. (1999). The Physics and Mathematics of the Second Law of Thermodynamics. *Physics Reports* (Elsevier). 310, 1-96
- Lieb, E. H. ve Yngvason, J. (2000). A Fresh Look at Entropy and the Second Law of Thermodynamics. *Physics Today*. 53(4), 32-37
- Linn, M. C., Songer, N. B. (1991). Teaching Thermodynamics to Middle School Students: What Are Appropriate Cognitive Demands?. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(10), 885-918
- Loverude, M. E. (1999). Investigation of Student Understanding of Hydrostatics and Thermal Physics and of the Underlying Concepts from Mechanics. Yayınlanmış Doktora Tezi. University of Washington. UMI No:9937617
- Loverude, M. E., Kautz, C. H. ve Heron, P. R. L. (2002). Student Understanding of the First Law of Thermodynamics: Relating Work to the Adiabatic Compression of an Ideal Gas. *American Journal of Physics*. 70(2), 137-148
- Lubben, F., Netshisaulu, T. ve Campbell, B. (1999). Students' Use of Cultural Metaphors and Their Scientific Understandings Related to Heating. *Sci. Ed.* 83, 761-774
- Macdonald, A. (1995). A New Statement of the Second Law of Thermodynamics. *Am. J. Phys.* 63 (12), 1122-1127
- Malizia, D. ve Tarsitani, C. (1995). Looking at the Second Law of Thermodynamics Through the Eyes of Maxwell's Demon. **Thinking Physics for Teaching**. (Edited by Carlo Bernardini, Carlo Tarsitani ve Matilde Vicentini). 355-366. New York: Plenum Press
- Marcella, T. V. (1992). Entropy Production and the Second Law of Thermodynamics: An Introduction to Second Law Analysis. *American Journal of Physics*. 60(10), 888-895
- McDermott, L. C. ve Redish, E. F. (1999). Resource Letter: PER-1: Physics Education Research. *American Journal of Physics*. 67(9), 755-767

- McKittrick, B., Mulhall, P. ve Gunstone, R. (1999). Improving Understanding in Physics: An Effective Teaching Procedure. *Australian Science Teachers Journal*. 45(3), 27-33
- Means, J. D. (2002). What Does It Mean to Violate the Second Law of Thermodynamics? AIP (American Institute of Physics) Conference Proceedings. 643(1), 420-423
- Meltzer, D. E. (2004). Investigation of Student's Reasoning Regarding Heat, Work and the First Law of Thermodynamics in an Introductory Calculus-Based General. *American Journal of Physics*. 72(11), 1432-1446
- Merebah, S. A. A. (1987). Cooperative Learning in Science: A Comparative Study in Saudi Arabia. Yayınlanmış Doktora Tezi. Kansas State Üniversitesi. UMI No: 8715226
- Meyers, C. ve Jones, T. B. (1993). **Promoting Active Learning**. San Francisco: Jossey-Bass Publishers
- Mills, D., McKittrick, B., Mulhall, P. ve Feteris, S. (1999). CUP: Cooperative Learning That Works. *Physics Education*. 34(1), 11-16
- Mulaj, T., Mulaj, Z. ve Topalli, A. (2003). **The New Molecular Interpretation of Thermodynamic Quantities**. BPU-5: Fifth General Conference of the Balkan Physical Union. (August 25-29, 2003). 1893-1896. Vrnjacka Banja, Serbia and Montenegro
- Nakiboğlu, C., Benlikaya, R., (2001). "Maddenin Oluşumu" Ünitesinin Tam Öğrenmeye Dayalı İşbirlikli Öğrenme Yöntemi İle İşlenmesinin Öğretme-Öğrenme Sürecine Katkıları. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(2), 48-56
- Nhu L.T.S. (1999). A Case Study of Cooperative Learning in Inorganic Chemistry Tutorials at the Vietnam National University. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Ho Chi Minh Comprehensive Üniversitesi, Ho Chi Minh City
- Özçelik, D. A. (1997). **Test Hazırlama Kılavuzu**. Üçüncü Baskı. ÖSYM Eğitim Yayınları 8
- Patron, F. (1997). Conceptual Understanding of Thermodynamics: A Study of Undergraduate and Graduate Students, Yayınlanmış Doktora Tezi. Purdue University. UMI Number: 9808501

- Pinto Casulleras, M. R. (1991). Some Concepts Implicit in the First and Second Laws of Thermodynamics: A Contribution to the Study of Difficulties in Their Understanding (Energy, Conservation Laws). Yayınlanmış Doktora Tezi. Universitat Autònoma De Barcelona (İspanya)
- Pinto, R., Couso, D. ve Gutierrez, R. (2005). Using Research on Teachers' Transformations of Innovations to Inform Teacher Education: The Case of Energy Degradation. *Science Education*. 89(1), 38-55
- Poulis, J. A. (1974). An Approach to Thermodynamics. *Thermochimica Acta*. 10, 1-5
- Pratt, S. (2003). Cooperative Learning Strategies. *The Science Teacher*. 70(4), 25-29
- Rosen, M. A. (2002). Thermodynamics Education: Is Present Coverage of Exergy Sufficient and Appropriate?. *Exergy, an International Journal*. 2, 207-210
- Sadler K. C. (2002). The Effectiveness of Cooperative Learning As an Instructional Strategy to Increase Biological Literacy and Academic Achievement in a Large, Nonmajors College Biology Class. Yayınlanmış Doktora Tezi. Tennessee State Üniversitesi. UMI No: 3061781
- Samiullah, M.(1995). Effect of in-Class Student-Student Interaction on the Learning of Physics in a College Physics Course. *Am. J. Phys.* 63(10), 944-950
- Schoepf, D. C. (2002). A Statistical Development of Entropy for the Introductory Physics Course. *Am. J. Phys.* 70 (2), 128-136
- Sears, F. W. ve Salinger, G. L. (2002). Çeviren: Nuri Ünal. **Termodinamik Kinetik Kuram ve İstatistik Termodinamik**. İstanbul: Literatür Yayıncılık
- Serway, R. A. (1995). **Fen ve Mühendislik İçin Fizik**. 3. baskıdan çeviri. Ankara: Palme Yayıncılık
- Sichau, C. (2000). Practising Helps: Thermodynamics, History, and Experiment. *Science & Education*. 9, 389-398
- Slavin, R. E. (1980). Cooperative Learning. *Review of Educational Research*. 50(2), 315-342
- Solomon, J. (1982). How Children Learn About Energy or Does the First Law Come First?. *School Science Review*. Mar, 415-422
- Sözbilir, M. (2001). A Study of Undergraduates' Understandings of Key Chemical Ideas in Thermodynamics. Yayınlanmamış Doktora Tezi. York Üniversitesi

- Sözbilir, M. (2003). What Students' Understand from Entropy?: A Review of Selected Literature. *Journal of Baltic Science Education*, 1, 21-27
- Strnad, J. (1984). The Second Law of Thermodynamics in a Historical Setting. *Physics Education*. 19(2), 94-100
- Sucuoğlu, H. (2003). İşbirlikli Öğrenmenin Öğrencilerin Yükleme, Edim ve Strateji Kullanımı Üzerindeki Etkileri ve İşbirlikli Öğrenme Gruplarındaki Etkileşim Örüntüleri. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Şahin, F. (1996). **Fen Bilgisi Öğretiminde Grup İşbirliğinin Önemi**. II. Ulusal Eğitim Sempozyumu. (18-20 Eylül 1996). (Bildiri Kitabı 92-105). İstanbul: Marmara Üniversitesi
- Tao, P.-K. (2004), Developing Understanding of Image Formation by Lenses Through Collaborative Learning Mediated by Multimedia Computer-Assisted Learning Programs. *Int. J. Sci. Educ.* 26(10), 1171–1197
- Tan, Ş. ve Erdoğan, A. (2004). **Öğretimi Planlama ve Değerlendirme**. Altıncı baskı. Ankara: Pegem Yayıncılık
- Telli, Z. K. (1998). **Termodinamik Problemleri İle Birlikte**, Ankara: Palme Yayıncılık
- Tezbaşaran, A. (1996). **Likert Tipi Ölçek Geliştirme Kılavuzu**. Ankara: Türk Psikologlar Derneği Yayınları
- Tezcan, H., Yılmaz, Ü. ve Babaoğlu, M. (2005). Radyoaktivite Öğretiminde İşbirlikçi Öğrenme Yöntemi ile Geleneksel Öğretim Yöntemin Başarıya Etkileri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 55-67
- Thomas, P. L. ve Schwenz, R. W. (1998). College Physical Chemistry Students' Conceptions of Equilibrium and Fundamental Thermodynamics. *Journal of Research in Science Teaching*. 35(10), 1151-1160
- Thomas, P. L. (1999). Student Conceptions of Equilibrium and Fundamental Thermodynamic Concepts in College Physical Chemistry. Yayınlanmış Doktora Tezi. University of Northern Colorado. UMI No: 9729078
- Towns, M. H. ve Grant, E. R. (1997). 'I Believe I Will Go Out of This Class Actually Knowing Something': Cooperative Learning Activities in Physical Chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*. 34(8), 819-835

- Trumper, R., Raviolo, A. ve Shnersch, A. M. (2000). A Cross-Cultural Survey of Conceptions of Energy Among Elementary School Teachers in Training- Empirical Results from Israel and Argentina. *Teaching and Teacher Education*. 16, 697-714
- Tsai, 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
- Uz, H. ve Eryilmaz, A. (1999). Effects of Socioeconomic Status, Locus of Control, Prior Achievement, Cumulative GPA, Future Occupation and Achievement in Mathematics on Students' Attitudes Toward Physics. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 16-17, 105-112
- Üstüner, I. Ş. ve Sancar, M. (1999). Lise Öğrencilerinin Fizik Kavramlarını Anlama Düzeylerini ve Tutumlarını Etkileyen Faktörlerin Değerlendirilmesi. *DEÜ Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*. Özel Sayı: 11, 147-155
- Varma, K. M. (2003). Supporting Science Concept Learning in Young Elementary School Children: Examining the Nature of Changes in Mental Representations for Thermodynamics. Yayınlanmış Doktora Tezi. Vanderbilt University. UMI No: 3085804
- Wanderlingh, F. (1995). The Big Game of Energy and Entropy. **Thinking Physics for Teaching**. (Edited by Carlo Bernardini, Carlo Tarsitani ve Matilde Vicentini). 269-285. New York: Plenum Press
- Williams, D. F. ve Glasser, D. (1991a). An Introduction to Equilibrium Thermodynamics, A Rational Approach to Its Teaching, Part 1: Notation and Mathematics. *Chemical Engineering Education*. 25(2), 74-79
- Williams, D. F. ve Glasser, D. (1991b). An Introduction to Equilibrium Thermodynamics, A Rational Approach to Its Teaching, Part 2: Internal Energy, Entropy and Temperature. *Chemical Engineering Education*. 25(3), 164-172
- Wilson, J. D. ve Bufa, A. J. (2000). **College Physics**. Fourth Edition. Prentice-Hall
- Wiser, M. ve Amin, T. (2001). 'Is Heat Hot?' Inducing Conceptual Change by Integrating Everyday and Scientific Perspectives on Thermal Phenomena. *Learning and Instruction*. 11, 331-355

- Yalçın, H. ve Gürü, M. (1999). **Uygulamalı Mühendislik Termodinamiği**. Ankara: Palme Yayıncılık
- Yamankaradeniz, R. (2004). **Mühendislik Termodinamiğinin Temelleri**. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım
- Yılmaz, A. (2001). İşbirliğine Dayalı Öğrenme; Etkili Ancak İhmal Edilen ya da Yanlış Kullanılan Bir Metot. *Milli Eğitim Dergisi*, Sayı 150
- Yiğit, N., Akdeniz, A. R. ve Kurt, Ş. (2001). **Fizik Öğretiminde Çalışma Yapraklarının Geliştirilmesi**. Yeni Binyılın Başında Türkiye’de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu. (7-8 Eylül 2001). (Bildiri Kitapçığı, 151-157). İstanbul: Maltepe Üniversitesi
- Yu, K. N. ve Stokes, M.J. (1998). Students Teaching Students in a Teaching Studio. *Physics Education*. 33(5), 282-285

EKLER

EK-1

Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konuları Başarı Ölçeği

TERMODİNAMİĞİN İKİNCİ YASASI VE ENTROPİ KONULARI
BAŞARI ÖLÇEĞİ

Bu testte yanıtlayacağınız toplam soru adedi 28'dir. Test sonuçlarınız yalnızca araştırma amacıyla kullanılacak, yanıtlarınız kesinlikle gizli tutulacaktır. Lütfen yanıtlarınızı size verilen yanıt kağıdına işaretleyiniz.

Bilimsel bir çalışmaya sağladığınız katkı için çok teşekkür ederim.

Arş. Gör. Rabia TANEL

1. Aşağıda verilen durumlardan hangisinin entropisinde bir düşüş vardır?
 - A) Dondurma ve üzerine dökülen sıcak çikolata (Böylece dondurma erir, çikolata katlaşır)
 - B) Ocak üzerinde ısıtılan bir demlik su
 - C) Düşünce yere dağılan ders notları
 - D) Açık bir şişeden buharlaşan ve odayı kokuyla dolduran bir parfüm
 - E) Kütüphane personel sayısı çoğaltılarak, aradığınız kitapları düzgün sıralı raflarda bulmanızın kolaylaştırılması

2. İkinci yasaya göre, evrende bulunan ve bir olay etkisindeki bir sistemin entropi değişimi hakkında aşağıdakilerden hangileri mümkündür?
 - I. artar
 - II. değişmez
 - III. azalır

A) yalnız I B) yalnız II C) yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

3. İkinci yasaya göre, bir sistemde kendiliğinden olan bir değişim için evrenin entropisi hakkında aşağıdakilerden hangileri doğrudur?
 - I. artar
 - II. değişmez
 - III. azalır

A) yalnız I B) yalnız II C) yalnız III D) I ve II E) I ve III

4. Birbirine karışabilen aynı sıcaklıktaki iki sıvıyı karıştırırsak, karışım için aşağıdakilerden hangileri **her zaman** doğrudur? (Sıvılar kimyasal reaksiyona girmemektedir.)
 - I. entropisi artar.
 - II. entropisi azalır.
 - III. sıcaklığı artar.
 - IV. sıcaklığı azalır.

A) I ve III B) II ve IV C) yalnız I D) I ve IV E) II ve III

5. Çevrimli bir ısı motoru için, aşağıdakilerden hangisi **doğrudur?** (η : ısı motorunun verimi)

A) $\eta > 1$ B) $Q_{\text{sıcak}} = W_{\text{net}}$ C) $\Delta U = W_{\text{net}}$

D) $Q_{\text{sıcak}} > Q_{\text{soğuk}}$ E) $h = 1 - \frac{Q_{\text{sıcak}}}{Q_{\text{soğuk}}}$

6. Üzerine iş yapılarak eşsıcaklıklı (izotermik) sıkıştırılan gerçek bir gazın, çevresinin ve evrenin (gaz+çevre) entropisi nasıl değişir?
- A) Gazın azalır, çevrenin artar, evrenin entropisi artar.
 B) Gazın artar, çevrenin artar, evrenin entropisi artar.
 C) Gazın artar, çevrenin azalır, evrenin entropisi artar.
 D) Gazın azalır, çevrenin azalır, evrenin entropisi azalır.
 E) Gazın artar, çevrenin azalır, evrenin entropisi değişmez.
7. Gerçek bir gaza ısı verilerek eşsıcaklıklı (izotermik) olarak genişmesi sağlanıyor. Gazın, çevresinin ve evrenin (gaz+çevre) entropisi nasıl değişir?
- A) Gazın azalır, çevrenin artar, evrenin entropisi artar.
 B) Gazın artar, çevrenin artar, evrenin entropisi artar.
 C) Gazın artar, çevrenin azalır, evrenin entropisi artar.
 D) Gazın azalır, çevrenin azalır, evrenin entropisi azalır.
 E) Gazın artar, çevrenin azalır, evrenin entropisi değişmez.
8. Herhangi bir doğal süreçte, evrenin entropisindeki değişim nasıl olur?
- A) negatif
 B) sıfır
 C) pozitif
 D) negatif ve pozitif olabilir.
 E) iç enerjideki değişime eşittir.
9. Aşağıdaki olayların hangisinde sistemin entropisi azalır?
- A) eriyen buz
 B) bir soba üzerinde ısıtılan su
 C) yoğunlaşan su buharı
 D) içinde tuz eritilen bir bardak su
 E) genişleyen gaz
10. 7°C ve 287°C sıcaklığındaki kaynaklar arasında çalıştıracağımız bir ısı makinesi almak istediğinizi varsayalım. Görüştüğünüz 5 firma en iyi ısı makinesini kendilerinin ürettiğini söylemektedir. Akıllıca bir yatırım olması için, ısı makinelerinin termal verim değerlerinin sunulduğu aşağıdaki 5 farklı öneriden hangisini tercih ederdiniz?
- A) % 30
 B) % 40
 C) % 60
 D) % 70
 E) % 97
11. Bir kova sıcak su, bir kova soğuk su ile mükemmel yalıtılmış bir kaptaki karıştırılmaktadır. Karıştırılan suyun toplam entropisi, karıştırılmadan önceki suların toplam entropisine göre nasıldır?
- A) büyüktür
 B) aynıdır
 C) büyük veya aynı olabilir
 D) küçüktür
 E) verilen bilgiler yetersizdir.
12. Carnot çevriminin içerdiği süreçler için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
- A) İki eş basınçlı ve iki eş sıcaklıklı (izotermik) süreç
 B) İki eş hacimli ve iki adyabatik süreç
 C) İki adyabatik ve iki eş sıcaklıklı (izotermik) süreç
 D) İki eş hacimli ve iki eş sıcaklıklı (izotermik) süreç
 E) Sistemi başlangıç durumuna getiren dört peşpeşe keyfi süreç

13. T_1 sıcaklık ve P_1 basıncında olan 1 kmol ideal gaz sıra ile aşağıdaki işlemlere tabi tutulmaktadır.

a yolu: Gaz tersinir adyabatik olarak P_2 basıncına düşürülmektedir.

b yolu: Gaz sabit hacimde T_1 sıcaklığına ısıtılmaktadır.

c yolu: Gaz tersinir eş sıcaklıklı olarak P_1 basıncına sıkıştırılmaktadır.

Bu üç işlemde gazın ve gaz+çevrenin entropi değişimleri toplamı için aşağıdakilerden hangisi **doğrudur**?

- A) $\Delta S_{\text{gaz}} = 0$ B) $\Delta S_{\text{gaz}} > 0$ C) $\Delta S_{\text{gaz}} < 0$ D) $\Delta S_{\text{gaz}} = 0$ E) $\Delta S_{\text{gaz}} > 0$
 $\Delta S_{\text{çevre+gaz}} > 0$ $\Delta S_{\text{çevre+gaz}} > 0$ $\Delta S_{\text{çevre+gaz}} > 0$ $\Delta S_{\text{çevre+gaz}} = 0$ $\Delta S_{\text{çevre+gaz}} = 0$

14. Entropinin birimi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) J / kg K B) J / K C) J.K D) J E) J.K/kg

15. Aşağıdakilerden hangisi tersinmezliği oluşturan süreçlerden **değildir**?

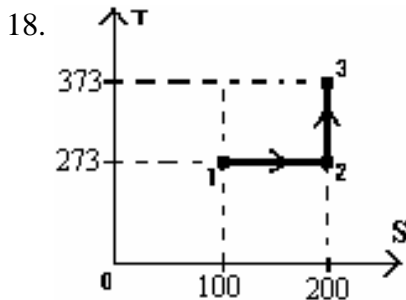
- A) Serbest genleşme B) Kimyasal tepkimeler
 C) Sonlu bir sıcaklık farkı nedeniyle ısı geçişi D) İki farklı maddenin karışımı
 E) Olayların adyabatik gerçekleştirilmesi

16. Aşağıdakilerden hangisi termodinamiğin II. yasasının ifadelerinden **değildir**?

- A) Hiçbir ısı makinesi, sadece tek bir kaynakla etkileşerek iş yapamaz.
 B) Doğadaki bütün olaylar entropiyi artıracak yönde gerçekleşir.
 C) % 100 verimli bir ısı makinesi yapılamaz.
 D) Isı hiçbir zaman sıcaklığı düşük olan bir cisimden sıcaklığı daha yüksek olan bir cisme geçmez.
 E) Her sistem kendiliğinden gerçekleşen bir süreç sırasında maksimum olasılıklı duruma geçme eğilimi gösterir.

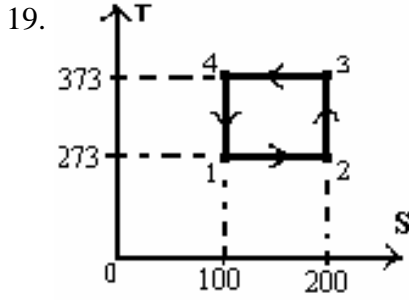
17. Aşağıdakilerden hangisi her soğutucuda meydana gelen süreçlerden **değildir**?

- A) Yüksek sıcaklıktaki bir kaynağa enerji vermek
 B) Alçak sıcaklıktaki bir kaynaktan enerji almak
 C) Aldığı enerjinin bir kısmını işe dönüştürmek
 D) Bir çevrim gerçekleştirmek
 E) Dışarıdan bir iş girişi almak



Sistemin T-S diyagramında gösterilen (1-2-3) süreçlerinin sonunda, aktarılan ısı enerjisi ne kadardır?

- A) 0 B) 10.000 J C) 27.300 J
 D) 37.300 J E) 47.300 J



Yanda verilen T-S diyagramına göre çalışan makinede işin değeri ve yönü aşağıdakilerden hangisidir?

- A) 10.000 J ve sistem üzerine yapılmıştır.
 B) 10.000 J ve sistem yapmıştır.
 C) 27.300 J ve sistem üzerine yapılmıştır.
 D) 37.300 J ve sistem yapmıştır.
 E) 37.300 J ve sistem üzerine yapılmıştır.

20. Bir Carnot makinesi sıcaklıkları 127°C ve 27°C olan iki kaynak arasında çalıştırılıyor. Makine 127°C deki kaynaktan 4800 joule alırsa 27°C deki kaynağa ne kadar enerji verir?

- A) 25 J B) 1020,47 J C) 3600 J D) 6400 J E) 22577,78 J

21. Verimi % 40 olan bir ısı makinesi her çevrimde 800 J'lük iş yapıyor. Çevrim başına çevreye verilerek kaybedilen ısı ne kadardır?

- A) 320 J B) 400 J C) 480 J D) 1200 J E) 2800 J

22. Bir buhar motoru çevrim başına 4500 J'lük iş yapmakta, sürtünme nedeniyle 500 J'lük enerjiyi kaybetmekte ve 4000 J'lük ısıyı da dışarıya vermektedir. Motorun verimi nedir?

- A) % 40 B) % 44,4 C) % 50 D) % 52,9 E) % 55,6

23. 27°C ve 227°C sıcaklıktaki kaynaklar arasında çalışan bir Carnot motoru, çevrim başına 1500 J'lük iş yapmaktadır. Motorun her çevrimde entropisindeki değişim ne kadardır?

- A) - 7,5 B) 0 C) + 1,7 D) + 3,75 E) + 7,5

24. Yazın çalışan bir klima evin içinden 100 J'lük ısı enerjisi soğurmaktadır. Bu işlemi yapabilmesi için 40 J elektrik enerjisi harcamaktadır. Klimanın etkinlik katsayısı nedir?

- A) 0,6 B) 1,4 C) 1,5 D) 2,5 E) 3,5

25. Kışın tersine çalışan bir klima 40 J elektrik enerjisi harcayarak, evin içine 100 J ısı enerjisi aktarmaktadır. Klimanın etkinlik katsayısı nedir?

- A) 0,6 B) 1,4 C) 1,5 D) 2,5 E) 3,5

26. 0,30 kg kurşun 327°C sıcaklıkta eriyorsa entropisindeki değişim kaç olur?
($L_e=24,5 \cdot 10^3 \text{ J/kg}$)
- A) - 12,25 B) + 12,25 C) - 22,47 D) + 22,47 E) + 4410
27. Bir miktar ideal gaz tersinir şekilde 27°C deki oda sıcaklığında eş sıcaklıklı (izotermal) olarak genişliyor ve süreç boyunca çevresine 2700 J'lük iş yapıyor. Gazdaki entropi değişimi nedir?
- A) - 100 B) - 9 C) + 9 D) + 100 E) verilenlerle hesaplanamaz
28. 350°C sıcaklıktaki bir yüksek sıcaklık kaynağı ile çalışan ve verimi % 40 olan bir ideal ısı makinesinin alçak sıcaklık kaynağının sıcaklığı kaçtır?
- A) - 24°C B) $100,8^{\circ}\text{C}$ C) 140°C D) 172°C E) 210°C

EK-2

Termodinamik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği


Sevgili Öğrenciler

Termodinamik dersine yönelik tutumlarınızı ölçmek için hazırlanmış ölçeğimizde bulunan cümlelerin karşısındaki Tamamen Katılıyorum, Katılıyorum, Kararsızım, Katılmıyorum, Hiç Katılmıyorum seçeneklerinden size en uygun olanı işaretleyiniz.

İşaretlenmemiş madde bırakmamaya gösterdiğiniz özenden dolayı teşekkür ederim.

Arş. Gör. Rabia TANEL

Termodinamik...	TAMAMEN KATILYORUM	KATILYORUM	KARARSIZIM	KATILMIYORUM	HIÇ KATILMIYORUM
1. zor bir derstir.					
2. ders saatlerini sabırsızlıkla beklerim.					
3. mutlaka öğrenilmesi gereken bir derstir.					
4. dersinden hoşlanmam.					
5. dersi bana ilgi çekici gelmez.					
6. dersini severek çalışırım.					
7. çok gereksiz bir derstir.					
8. dersi çok eğlencelidir.					
9. dersinin adını duyunca tedirgin olurum.					
10. dersine öğrenme isteğiyle gelirim.					
11. dersini becerebileceğimi sanmıyorum.					
12. çok sevdiğim dersler arasındadır.					
13. konularının günlük hayatta hiç örneği yoktur.					
14. dersi çok sıkıcıdır.					
15. anlaşılır bir derstir.					
16. dersinden nefret ederim.					
17. ile ilgili kitapları ve dergileri karıştırmaya bayılırım.					
18. konularının öğretmenlik mesleğinde bana yararlı olacağına inanıyorum.					
19. çalışmak gerektiğinde kendime güvenmem.					
20. olayları incelemek bana mutluluk verir.					

Lütfen arka sayfayı çeviriniz 

Termodinamik...	TAMAMEN KATILYORUM	KATILYORUM	KARARSIZIM	KATILMIYORUM	HİÇ KATILMIYORUM
21. dersini sınav için çalışırım.					
22. dersinde çok gereksiz bir sürü konu vardır.					
23. önemli bir derstir.					
24. ile ilgili tüm gelişmeleri yakından takip etmek isterim.					
25. konuları hayatımı kolaylaştırmada bana yardımcı olur.					
26. dersinde öğrendiklerimin günlük yaşamımda bana çok yararı olacağını düşünürüm.					
27. saçma bir derstir.					
28. sınavından korkarım.					
29. dersi sayesinde çevremdeki olayların nasıl gerçekleştiğini ve aletlerin nasıl çalıştığını anlıyorum.					
30. dersine yoklama alındığı için gelirim.					
31. konuları merak ettiğim konulardır.					
32. fizik dersleri içinde en temel derslerden biridir.					
33. konuları diğer fizik derslerine göre daha çok aklımda kalıyor.					
34. dersinin korkulacak bir yanı yoktur.					
35. düşünmeyi gerektiren bir derstir.					
36. bir türlü sevedemediğim bir derstir.					
37. ile ilgili soru çözmeyi sevmem.					
38. zevkle dinlediğim bir derstir.					
39. dersinde gördüğüm konularla günlük hayattaki olaylar arasında ilişki kuramam.					
40. dersiyile ilgili araştırma yaparım.					
41. çalışmak zevklidir.					
42. dersine katılmaktan hoşlanmam.					
43. kavramlarının kullanılabilirliğinden endişem var.					
44. dersine çalışırken sıkılırım.					
45. dersinde zaman nasıl geçiyor anlamıyorum.					

EK-3

Fizik Dersine Yönelik Güven ve Önem Ölçeği

FİZİK DERSİNE YÖNELİK GÜVEN VE ÖNEM ÖLÇEĞİ

Aşağıdaki cümleler için, o cümleye yönelik güven seviyenizi belirleyin. Lütfen güven derecenizi en iyi gösteren (0'dan –çok düşük güven, 5' e kadar –çok yüksek güven) numarayı işaretleyin.							
1	Fizik dersindeki anahtar kavramları anlama yeteneğine güven	0	1	2	3	4	5
2	Fizik problemlerini çözme yeteneğine güven	0	1	2	3	4	5
3	Fizik laboratuvar deneylerini anlama yeteneğine güven	0	1	2	3	4	5
4	Fizik laboratuvar deneylerini yapma yeteneğine güven	0	1	2	3	4	5
5	Fizik bilgisini günlük yaşamda uygulama yeteneğine güven	0	1	2	3	4	5
6	Fizik konularını anlama yeteneğine güven	0	1	2	3	4	5
7	Fizik dersinde başarılı olma yeteneğine güven	0	1	2	3	4	5
8	Fizikle ilgili bir alanda başarılı olma yeteneğine güven	0	1	2	3	4	5
9	Tek başına çalışarak fizikteki temel kavramları anlama yeteneğine güven	0	1	2	3	4	5
10	Bir grupla çalışarak fizikteki temel kavramları anlama yeteneğine güven	0	1	2	3	4	5
Zor bir fizik problemi çözerken, kullandığımız yaklaşım açısından aşağıdaki etkenlerin önemini belirleyin. Lütfen önem derecenizi en iyi gösteren (0' dan – hiç önemli değil , 5' e kadar –çok önemli) numarayı işaretleyin							
11	Arkadaşlarınızla sınıfta çalışmak	0	1	2	3	4	5
12	Arkadaşlarınızla sınıfın dışında çalışmak	0	1	2	3	4	5
13	Problemi çözmeyi denemeden önce çözülmüş problemleri okumak	0	1	2	3	4	5
14	Problemi çözmeyi denemeden önce (problem konusuyla ilgili) açıklamaları okumak	0	1	2	3	4	5
15	Öğretmeninize sormak (sınıfın dışında)	0	1	2	3	4	5
16	Öğretmeninize sormak (sınıfın içinde)	0	1	2	3	4	5
17	Problemi resimlerle açıklama	0	1	2	3	4	5
18	Problemi grafiklerle açıklama	0	1	2	3	4	5
19	Problemi matematiksel bağlantılarla açıklama	0	1	2	3	4	5
Fizikteki zor kavramları anlamada yardım etmesi açısından aşağıdaki etkenlerin önemini belirleyin. Lütfen etki derecesini en iyi gösteren (0' dan – hiç önemli değil , 5' e kadar –çok önemli) numarayı işaretleyin							
20	Arkadaşlarınızla sınıfta çalışmak	0	1	2	3	4	5
21	Arkadaşlarınızla sınıfın dışında çalışmak	0	1	2	3	4	5
22	Benzer ev ödevi problemleri çözmek	0	1	2	3	4	5
23	Problemi çözmeyi denemeden önce çözülmüş problemleri okumak	0	1	2	3	4	5
24	Problemi çözmeyi denemeden önce (problem konusuyla ilgili) açıklamaları okumak	0	1	2	3	4	5
25	Öğretmeninize sormak (sınıfın dışında)	0	1	2	3	4	5
26	Öğretmeninize sormak (sınıfın içinde)	0	1	2	3	4	5
27	Konuyla ilgili deneyleri yapmak	0	1	2	3	4	5
Aşağıda sıralı her etkinliğin matematik ve fizik derslerinde öğrenmenizde genel olarak size ne kadar yardımcı olduğunu belirleyin. Lütfen etkililik derecesini en iyi gösteren(0' dan – hiç önemli değil , 5' e kadar –çok önemli) numarayı işaretleyiniz.							
28	Öğretmenle konuşmak (sınıfta)	0	1	2	3	4	5
29	Öğretmenle konuşmak (sınıfın dışında)	0	1	2	3	4	5
30	Arkadaşlarınızla bir grup projesinde çalışmak	0	1	2	3	4	5
31	Derse katılan diğer öğrencilerle konuşmak (sınıfın dışında)	0	1	2	3	4	5
32	Küçük gruplarda çalışmak (sınıfta)	0	1	2	3	4	5
33	Küçük gruplarda çalışmak (sınıfın dışında)	0	1	2	3	4	5

EK-4

Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi Konuları
Bilişsel Hedef ve Davranışları İle
Termodinamik Dersine ve Dersin İşlenme Yöntemine Yönelik
Duyuşsal Hedef ve Davranışlar

TERMODİNAMİĞİN İKİNCİ YASASI KONUSU BİLİŞSEL HEDEF VE DAVRANIŞLARI

BİLGİ BASAMAĞI

Kavramlar Bilgisi:

Hedef 1: Termodinamiğin ikinci yasası ile ilgili temel kavramların anlam bilgisi

Davranışlar:

1. Tersinir süreç kavramının tanımını derste geçen anlatımıyla yazma/söyleme
2. Tersinmez süreç kavramının tanımını derste geçen anlatımıyla yazma/söyleme
3. İçten tersinirlik kavramının tanımını derste geçen anlatımıyla yazma/söyleme
4. Dıştan tersinirlik kavramının tanımını derste geçen anlatımıyla yazma/söyleme
5. Tersinmezlik kavramının tanımını derste geçen anlatımıyla yazma/söyleme
6. Isıl enerji kaynağı/ ısııl enerji deposu kavramının tanımını derste geçen anlatımıyla yazma/söyleme
7. Kullanılabilir enerji kavramının tanımını derste geçen anlatımıyla yazma/söyleme

Hedef 2: Isı motorları, ısı pompası ve soğutucular konusu ile ilgili temel kavramların anlam bilgisi

Davranışlar:

1. Isı motoru/makinesi kavramının tanımını derste geçen anlatımıyla yazma/söyleme
2. Isı pompası kavramının tanımını derste geçen anlatımıyla yazma/söyleme
3. Soğutucu kavramının tanımını derste geçen anlatımıyla yazma/söyleme
4. Termal verim kavramının tanımını derste geçen anlatımıyla yazma/söyleme
5. Etkinlik katsayısı kavramının tanımını derste geçen anlatımıyla yazma/söyleme

Hedef 3: Carnot çevrimi ile ilgili temel kavramların anlam bilgisi

1. Carnot çevrimi kavramının tanımını derste geçen anlatımıyla yazma/söyleme
2. Carnot verimi kavramının tanımını derste geçen anlatımıyla yazma/söyleme
3. Carnot makinesi/motoru kavramının tanımını derste geçen anlatımıyla yazma/söyleme

Olgular Bilgisi:

Hedef 1: Termodinamiğin ikinci yasası, ısı motorları ve ısı pompaları ile ilgili belli başlı olgular bilgisi

Davranışlar:

1. Termodinamiğin ikinci yasasının ısı motorlarını ilgilendiren açıklamasının Kelvin – Planck tarafından yapıldığını yazma/söyleme
2. Termodinamiğin ikinci yasasının ısı pompaları ve soğutucuları ilgilendiren açıklamasının Clausius tarafından yapıldığını yazma/söyleme

Hedef 2: Carnot çevrimi ile ilgili belli başlı olgular bilgisi

Davranış: Carnot çevriminin Fransız fizikçi Sadi Carnot tarafından ortaya atıldığını yazma/söyleme

Alışı, Yol, Yöntem Bilgisi:

Hedef 1: Isı motorları, ısı pompası ve soğutucular ile ilgili belli başlı alışı, yol, yöntem bilgisi

Davranışlar:

1. Yüksek sıcaklık kaynağının sıcaklığını T_H ile gösterme
2. Alçak sıcaklık kaynağının sıcaklığını T_L ile gösterme
3. Isı motorunun yüksek sıcaklık kaynağından aldığı ısıyı Q_H ile gösterme
4. Isı motorunun alçak sıcaklık kaynağına verdiği ısıyı Q_L ile gösterme
5. Isı motorunun ürettiği net işi W_{net} ile gösterme
6. Isı pompasının alçak sıcaklık kaynağından aldığı ısıyı Q_L ile gösterme
7. Isı pompasının yüksek sıcaklık kaynağına verdiği ısıyı Q_H ile gösterme
8. Isı pompasına yapılan net iş girişini W_{net} ile gösterme
9. Soğutucunun alçak sıcaklık kaynağından aldığı ısıyı Q_L ile gösterme
10. Soğutucunun yüksek sıcaklık kaynağına verdiği ısıyı Q_H ile gösterme
11. Soğutucuya yapılan net iş girişini W_{net} ile gösterme
12. Isı motorlarının termal verimini η ile gösterme
13. Isı pompalarının etkinlik katsayısını $COP_{ısı\ pompası}$ şeklinde gösterme
14. Soğutucuların etkinlik katsayısını $COP_{soğutucu}$ şeklinde gösterme

Hedef 2: Carnot çevrimi ile ilgili belli başlı alışı, yol, yöntem bilgisi

Davranış: Bir ideal ısı motorunun (Carnot motorunun) verimini η ile gösterme

İlke, Genelleme ve Kuramlar Bilgisi:

Hedef 1: Termodinamiğin ikinci yasası ile ilgili belli başlı ilke, genelleme ve kuramlar bilgisi

Davranışlar:

1. Doğada termodinamiğin ikinci yasasına uymayan hiçbir olayın kendiliğinden gerçekleşemeyeceğini yazma/söyleme
2. Doğada olayların kendiliğinden bir tek yönde gerçekleştiğini yazma/söyleme
3. Termodinamiğin ikinci yasasının enerjinin sadece niceliği ile değil niteliğiyle de ilgilendiğini yazma/söyleme
4. Termodinamiğin ikinci yasasını derste geçen anlatımıyla yazma/söyleme
5. Termodinamiğin ikinci yasasının Kelvin-Planck açıklamasını derste geçen anlatımıyla yazma/söyleme
6. Termodinamiğin ikinci yasasının Clausius açıklamasını derste geçen anlatımıyla yazma/söyleme
7. Isıl enerji kaynaklarının/ ısııl enerji depolarının büyük ısı sığasına sahip olduğunu yazma/söyleme
8. Isıl enerji kaynaklarının/ ısııl enerji depolarının kendilerinden ısı alınması veya verilmesi sırasında ve sonrasında sıcaklıklarının değişmeyeceğini yazma/söyleme
9. Sistemin tersinir veya tersinmez çeşitli hal değişimlerinden geçerek başlangıç durumuna dönebileceğini yazma/söyleme

Hedef 2: Isı motorları, ısı pompası ve soğutucular ile ilgili belli başlı ilke, genelleme ve kuramlar bilgisi

Davranışlar:

1. Isı motorlarının çalışması sırasında meydana gelen süreçleri yazma/söyleme
2. Isı pompalarının çalışması sırasında meydana gelen süreçleri yazma/söyleme
3. Soğutucuların çalışması sırasında meydana gelen süreçleri yazma/söyleme
4. Isı pompaları ve soğutucuların aynı ilkelerle, farklı amaçlarla kullanıldığını yazma/söyleme
5. Isı motorunun ürettiği net işin $W_{net} = Q_H - Q_L$ ile verildiğini yazma/söyleme
6. Isı pompasına yapılan net iş girişinin $W_{net} = Q_H - Q_L$ ile verildiğini yazma/söyleme
7. Soğutucuya yapılan net iş girişinin $W_{net} = Q_H - Q_L$ ile verildiğini yazma/söyleme

8. Isı motorlarının veriminin $h = \frac{W_{net}}{Q_H} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H}$ ile verildiğini yazma/söyleme
9. Isı pompalarının etkinlik katsayısının $COP_{ısı\ pompası} = \frac{Q_H}{W_{net}} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H}$ ile verildiğini yazma/söyleme
10. Soğuk ortamdan Q_L ısıyı alıp, sıcak ortama Q_H ısıyı veren ısı pompası ve soğutucunun etkinlik katsayıları arasında $COP_{ısı\ pompası} = COP_{soğutucu} + 1$ ilişkisinin olduğunu yazma/söyleme
11. Soğutucuların etkinlik katsayısının $COP_{soğutucu} = \frac{Q_L}{W_{net}} = \frac{1}{\frac{Q_H}{Q_L} - 1}$ ile verildiğini yazma/söyleme

Hedef 3: Carnot çevrimi ve Carnot motorları ile ilgili belli başlı ilke, genelleme ve kuramlar bilgisi

Davranışlar:

1. Carnot motorlarının çalışması sırasında meydana gelen süreçleri yazma/söyleme
2. Carnot çevriminin iki adyabatik ve iki eşsıcaklıklı süreçten oluştuğunu yazma/söyleme
3. Carnot çevrimi için $\frac{Q_H}{Q_L} = \frac{T_H}{T_L}$ olduğunu yazma/söyleme
4. Bir ideal ısı motorunun (Carnot motorunun) veriminin $h = 1 - \frac{T_L}{T_H}$ ile verildiğini yazma/söyleme
5. İlgili bağıntılarda sıcaklık değerlerinin mutlak sıcaklık eşelinde alınacağını yazma/söyleme
6. Carnot ilkelerini yazma/söyleme

KAVRAMA BASAMAĞI

Hedef 1: Termodinamiğin ikinci yasasının gereğini kavrayabilme

Davranışlar:

1. Doğada termodinamiğin ikinci yasasını gerçekleyen olaylara örnekler verme

2. Verilen örneklerde termodinamiğin ikinci yasasına dayanan durumları ayırt etme
3. Doğada olayların kendiliğinden tersi yönde gerçekleşmemesini termodinamiğin ikinci yasasına dayandırarak açıklama
4. Verilen örneklerde termodinamiğin ikinci yasasına uygun olmayanları seçip, işaretleme
5. Termodinamiğin ikinci yasasına dayanarak olayların hangi yönde gerçekleşeceğini gerekçesiyle yazma/söyleme

Hedef 2: Termodinamiğin ikinci yasasının farklı açıklamalarını kavrayabilme

Davranışlar:

1. Termodinamiğin ikinci yasasının farklı açıklamalarını kendi cümleleriyle yazma/söyleme
2. Termodinamiğin ikinci yasasının farklı açıklamalarının olmasının nedenlerini açıklayarak yazma/söyleme
3. Termodinamiğin ikinci yasasının farklı açıklamaları arasındaki ilişkiyi yorumlama
4. Verilen açıklamalar arasında ikinci yasaya uygun olmayanları seçip işaretleme

Hedef 3: Termodinamiğin ikinci yasası ile ilgili kavramları kavrayabilme

Davranışlar:

1. Verilen örneklerde tersinir olanı seçip işaretleme
2. Verilen örneklerde tersinmez olanı seçip işaretleme
3. Sistemin başlangıç durumuna dönebilmesi için sadece tersinir değişimler geçirmesi gerektiğini kavrayarak, tersinmez değişimler de geçirebileceğini yazma/söyleme

Hedef 4: Isı motorları, ısı pompası ve soğutucular ile ilgili temel ilkeleri açıklayabilme

Davranışlar:

1. Isı motorlarının hangi amaçla kullanıldıklarını gerekçeleriyle birlikte kendi cümleleriyle yazma/söyleme
2. Isı pompalarının hangi amaçla kullanıldıklarını gerekçeleriyle birlikte kendi cümleleriyle yazma/söyleme
3. Soğutucuların hangi amaçla kullanıldıklarını gerekçeleriyle birlikte kendi cümleleriyle yazma/söyleme

4. Isı motorlarının çalışma ilkesini kendi cümleleriyle açıklayarak yazma/söyleme
5. Isı pompalarının çalışma ilkesini kendi cümleleriyle açıklayarak yazma/söyleme
6. Soğutucuların çalışma ilkesini kendi cümleleriyle açıklayarak yazma/söyleme
7. Verilenler arasında ısı motorlarının çalışma ilkesine uymayan seçeneği seçip, işaretleme
8. Verilenler arasında ısı pompalarının çalışma ilkesine uymayan seçeneği seçip, işaretleme
9. Verilenler arasında soğutucuların çalışma ilkesine uymayan seçeneği seçip, işaretleme
10. Isı motorlarının çalışma ilkelerinden yararlanarak verim bağıntısını çıkararak yazma/söyleme
11. Isı pompalarının çalışma ilkelerinden yararlanarak etkinlik katsayısı bağıntısını çıkararak yazma/söyleme
12. Soğutucuların çalışma ilkelerinden yararlanarak etkinlik katsayısı bağıntısını çıkararak yazma/söyleme
13. Isı motorları, ısı pompası ve soğutuculara günlük yaşamlarındaki aletlerden örnekler verme
14. Isı motorları, ısı pompası ve soğutuculara teknolojidten örnekler verme

Hedef 5: Carnot çevrimi ile ilgili temel ilkeleri açıklayabilme

Davranışlar:

1. Carnot çevrimini kendi cümleleriyle açıklayarak yazma/söyleme
2. Carnot verimini veren bağıntıyı çıkararak yazma/söyleme
3. P-V diyagramında Carnot çevrimini çizebilme

UYGULAMA BASAMAĞI

Hedef 1: Isı motorları, ısı pompası ve soğutucular ile ilgili problem çözebilme

Davranışlar:

1. Verilen değerleri kullanarak ısı motorunun verimini hesaplama
2. Isı motorunun verim bağıntısını ve verilen değerleri kullanarak Q_L 'yi (veya Q_H ya da işi) hesaplayarak bulma
3. Verilen değerleri kullanarak ısı pompasının etkinlik katsayısını hesaplama

4. Isı pompasının etkinlik katsayısı bağıntısını ve verilen değerleri kullanarak Q_L 'yi (veya Q_H ya da işi) hesaplayarak bulma
5. Verilen değerleri kullanarak soğutucunun etkinlik katsayısını hesaplama
6. Soğutucunun etkinlik katsayısı bağıntısını ve verilen değerleri kullanarak Q_L 'yi (veya Q_H ya da işi) hesaplayarak bulma

Hedef 2: Carnot çevrimi ve Carnot motorları ile ilgili problem çözebilme

Davranışlar:

1. Carnot çevrimi gerçekleştiren bir makine için $\frac{Q_H}{Q_L} = \frac{T_H}{T_L}$ bağıntısını kullanarak verilmeyen değeri hesaplama
2. Verilen değerleri kullanarak Carnot motorunun verimini hesaplama
3. Carnot motorunun verim bağıntısını ve verilen değerleri kullanarak Q_L 'yi (veya Q_H ya da işi) hesaplayarak bulma
4. Carnot motorunun verim bağıntısını ve verilen değerleri kullanarak T_L 'yi (veya T_H) hesaplayarak bulma

ANALİZ BASAMAĞI

Hedef 1: Problemden verilen bilgileri kullanarak problemde kullanılacağı temel ilkeleri saptayabilme

Davranış: Verilen bilgilerden yararlanarak hangi verim veya etkinlik katsayısı bağıntısını kullanması gerektiğine karar verme

Hedef 2: Problemden verilen bilgileri kullanarak problemi öğelerine ayırabilme

Davranış: Problemin hangi konuları kapsadığını fark ederek ilgili denklemleri problemin çözümü için bir arada kullanma

DEĞERLENDİRME BASAMAĞI

Hedef: Carnot ilkelerinden yararlanarak verilen özelliklerdeki bir ısı motorunun mümkün olabilirliğini değerlendirme

Davranış: Bir ısı motoru için verilen değerleri kullanıp verimini hesapladıktan sonra bunu aynı motorun Carnot verimi ile kıyaslayarak böyle bir motorun olmasının mümkün olup olmayacağını yazma/söyleme

ENTROPİ KONUSU BİLİŞSEL HEDEF VE DAVRANIŞLARI

BİLGİ BASAMAĞI

Kavramlar Bilgisi:

Hedef 1: Entropi ile ilgili temel kavramların anlam bilgisi

Davranışlar:

1. Entropi kavramının tanımını derste geçen anlatımıyla yazma/söyleme
2. Entropi üretimi kavramının tanımını derste geçen anlatımıyla yazma/söyleme

Hedef 2: Termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularına ilişkin temel kavramların anlam bilgisi

Davranış: Verilen bulmacada bulunan ipuçlarından yararlanılarak, bulmacayı çözme

Alışı, Yol, Yöntem Bilgisi:

Hedef: Entropi ile ilgili belli başlı alış, yol, yöntem bilgisi

Davranışlar:

1. Entropiyi S ile gösterme
2. Entropi değişimini ΔS ile gösterme
3. Entropinin birimini J/K ile gösterme
4. Sistemdeki entropi artışını $+$, azalışını ise $-$ ile gösterme

İlke, Genelleme ve Kuramlar Bilgisi:

Hedef: Entropi ile ilgili belli başlı ilke, genelleme ve kuramlar bilgisi

Davranışlar:

1. Evrenin entropisinin tersinir değişimler için değişmediği, tersinmez değişimler içinse daima arttığını yazma/söyleme
2. Sistemin entropisinin tersinir değişimler için değişmediği, tersinmez değişimler içinse artabileceği ya da azalabileceğini yazma/söyleme
3. Doğadaki bütün gerçek olayların tersinmez olarak gerçekleştiğini yazma/söyleme
4. Herhangi bir doğal süreçte evrenin entropisindeki değişimin pozitif olacağını yazma/söyleme
5. Entropinin bir durum fonksiyonu olduğu ve izlenen yoldan bağımsız olduğunu yazma/söyleme

6. Sıcaklık artınca entropinin artacağını, yalnız her entropi artışında sıcaklığın artmayabileceğini yazma/söyleme
7. Tersinir adyabatik değişimlerde entropi değişiminin sıfır olduğunu yazma/söyleme
8. Eşsıcaklıklı olarak sıkıştırılan bir sistemin entropisinin azalacağını yazma/söyleme
9. Eşsıcaklıklı olarak genişleyen bir sistemin entropisinin artacağını yazma/söyleme
10. Karıştırılan sistemlerin entropisinin artacağını yazma/söyleme
11. Clausius eşitsizliğinin $\oint \frac{dQ}{T} \leq 0$ bağıntısı ile verildiğini yazma/söyleme
12. 1-2 yolundan geçerek hal değişimine uğrayan bir sistemin entropi değişiminin $\Delta S = \int_1^2 \left(\frac{dQ}{T} \right)_{\text{tersinir}}$ bağıntısı ile verildiğini yazma/söyleme
13. Sabit sıcaklıkta hal değişimine uğrayan sistem için entropi değişiminin $\Delta S = \frac{mL}{T}$ bağıntısı ile verildiğini yazma/söyleme
14. Eşsıcaklıklı olaylar için entropi değişiminin $\Delta S = \frac{Q}{T}$ bağıntısı ile verildiğini yazma/söyleme
15. İlgili bağıntılarda sıcaklık değerlerinin mutlak sıcaklık eşelinde alınacağını yazma/söyleme

KAVRAMA BASAMAĞI

Hedef 1: Entropinin farklı tanımlarını kavrayabilme

Davranışlar:

1. Entropinin farklı tanımlarını açıklayarak yazma/söyleme
2. Entropi için verilen tanımlar arasında yanlış olanı seçip işaretleme

Hedef 2: Entropi ile ilgili temel ilkeleri açıklayabilme

Davranışlar:

1. Entropi ile termodinamiğin ikinci yasası arasındaki ilişkiyi kendi cümleleri ile yazma/söyleme

2. Entropinin bir durum fonksiyonu olduğu bilgisine dayanarak sistem farklı yollardan geçirilip başlangıç haline döndürüldüğünde, sistemin entropisindeki değişimin sıfır olacağını yazma/söyleme
3. Verilen örneklerde sistemin entropisinde artış olanı seçip işaretleme
4. Verilen örneklerde sistemin entropisinde azalma olanı seçip işaretleme

UYGULAMA BASAMAĞI

Hedef: Entropi ile ilgili problem çözebilme

Davranışlar:

1. Verilen değerleri kullanarak sistemdeki entropi değişimini hesaplama
2. T-S grafiğinden yararlanarak sistemin aldığı/verdiği ısıyı (ya da entropi değişimini) hesaplama

ANALİZ BASAMAĞI

Hedef 1: Problemden verilen bilgileri kullanarak problemde kullanılacağı temel ilkeleri saptayabilme

Davranış: Verilen bilgilerden yararlanarak hangi entropi bağıntısını kullanması gerektiğine karar verme

Hedef 2: Problemden verilen bilgileri kullanarak problemi öğelerine ayırabilme

Davranış: Hangi bilgileri kullanması gerektiğine karar vererek problemin çözümünü için bu bilgileri bir arada kullanma

SENTEZ BASAMAĞI

Hedef: Termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konuları ile ilgili kavramlara ilişkin bir kavram haritası hazırlayabilme

Davranışlar:

1. Termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konuları ile ilgili kavramları sırayla yazma
2. Yazdıkları kavramlar arasında çizgilerle bağlantı yaparak, kavramlar arası ilişkileri çizgilerin üzerine yazma

3. Bağlantı çizgilerini mümkün olduğunca birbirinin üzerinden geçirmeden çizme
4. İlgili diğer kavramları da kavram haritasına ekleme

TERMODİNAMİK DERSİNE VE DERSİN İŞLENME YÖNTEMİNE YÖNELİK DUYUŞSAL HEDEF VE DAVRANIŞLAR

ALMA BASAMAĞI

Hedef 1: Termodinamik dersinin önemini farkında oluş

Davranışlar:

1. Termodinamik dersinin uygulama alanının ne kadar geniş olduğunu yazma/söyleme
2. Termodinamik konularının teknoloji için ne kadar önemli olduğunu yazma/söyleme
3. Termodinamik dersinin fizik alanındaki önemini yazma/söyleme

Hedef 2: Termodinamik dersine yönelik sorumluluklarının farkında oluş

Davranış: Termodinamik dersine yönelik sorumluluklarını yazma/söyleme

Hedef 3: Kendisinin (ve işbirlikli gruplarda grup arkadaşlarının) öğrenmesinin sorumluluğunun kendisinde olduğunu farkında oluş

Davranış: Termodinamik dersinde kendisinin (ve işbirlikli gruplarda grup arkadaşlarının) öğrenmesinin sorumluluğunun kendisinde olduğunu söyleme

Hedef 4: Diğerlerinin farklı düşüncelerde olabileceğinin farkında oluş

Davranış: Arkadaşları ile kendi görüşleri arasındaki farklılıkları ayırt etme

Hedef 5: Farklı düşüncede olan kişileri dinlemeye dönüklük

Davranışlar:

1. Konuşanın sözünü kesmeden dinleme
2. Hangi konuda konuşulduğunu yazma/söyleme
3. Kişinin hangi düşüncüyü savunduğunu yazma/söyleme
4. Konuşanın verdiği örneklerden (varsa) ikisini yazma/söyleme
5. Diğer arkadaşlarının düşüncelerine saygı gösterme

TEPKİDE BULUNMA BASAMAĞI

Hedef 1: Termodinamik dersinde uyulması gereken kurallara uymaya razı oluş

Davranışlar:

1. Termodinamik dersine zamanında gelme
2. Olabildiğince devamsızlık yapmama
3. Öğretmen derse gelmeden önce sınıftaki sıraları yöntem için uygun duruma getirme
4. Verilen görevleri itiraz etmeden gereği gibi yapma
5. Verilen görevi zamanında bitirme
6. Demokratik olarak alınan kararlara uyma

Hedef 2: Duygu ve düşüncelerini serbestçe ve özgün bir biçimde anlatmaya isteklilik

Davranışlar:

1. Ders sırasında konu ve yöneltilen sorularla ilgili düşüncelerini serbestçe açıklama
2. Uygulanan yönetime ilişkin duygu ve düşüncelerini serbestçe ve özgün bir biçimde yazma

Hedef 3: Termodinamik dersine katılmaya isteklilik

Davranışlar:

1. Öğretmeni ve arkadaşlarını dikkatlice dinleme
2. Yöneltilen soruları yanıtlama
3. Etkinliklere isteyerek katılma (işbirlikli gruplarda)

Hedef 3: Termodinamik dersinde problem çözmeye isteklilik

Davranış: Termodinamik dersinde verilen problemleri isteyerek çözme

Hedef 4: Termodinamik dersinde tartışmalara katılmaya isteklilik

Davranış: Termodinamik dersinde gerçekleştirilen tartışmalara isteyerek katılma

Hedef 5: Termodinamik dersinden zevk alış

Davranışlar:

1. Termodinamik dersini sevme
2. Termodinamik dersine istekle gelme
3. Termodinamik derslerine istekle katılma
4. Termodinamik dersini eğlenceli bulma
5. Derste kullanılan materyalleri sevme/yararlı bulma/ilginç bulma/eğlenceli bulma

Hedef 6: Termodinamik dersinde uygulanan yöntemden zevk alış

Davranışlar:

1. Termodinamik dersinde uygulanan yöntemi sevme/yöntemden hoşnut olma
2. Termodinamik dersinde uygulanan yöntemin gerektirdiklerine istekle katılma

Hedef 7: Grup çalışmalarında arkadaşları ile iletişim kurmaktan zevk alış (işbirlikli gruplarda)

Davranış: Yapılan grup çalışmalarında diğer arkadaşlarını da çalışmalara yöneltme ve aralarındaki etkileşimleri geliştirme

DEĞER VERME BASAMAĞI

Hedef 1: Termodinamik dersinin önemini takdir ediş

Davranışlar:

1. Yeri ve zamanı gelince termodinamiğin önemini belirten konuşmalar yapma
2. Yeri ve zamanı gelince termodinamiğin yasalarının, özellikle de ikinci yasasının önemini belirten konuşmalar yapma
3. Termodinamik konularını biliyor olmalarının, ileride yapacakları öğretmenlik mesleklerinde kendilerine yararlı olacağını vurgulama

Hedef 2: İşbirlikli öğrenme yönteminin önemini takdir ediş (işbirlikli gruplarda)

Davranışlar:

1. Yeri ve zamanı gelince işbirlikli öğrenme yönteminin önemini belirten konuşmalar yapma
2. İşbirlikli öğrenme yöntemini biliyor olmalarının, ileride yapacakları öğretmenlik mesleklerinde yararlı olacağını vurgulama

Hedef 3: Her türlü görüş ve eleştiriye açık oluş

Davranış: Yapılan eleştirileri dinleme

ÖRGÜTLEME BASAMAĞI

Hedef: Öğrendikleri konusunda kendini yargılamada kararlı oluş

Davranışlar:

1. Öğrendiklerinin doğruluğu konusunda görüş almak için başkalarına başvurma
2. Yanılgısı olduğu eleştirilerini kızmadan sonuna kadar dinlenme

3. Görüşünü savunmak için arkadaşlarıyla tartışma
4. Yapılan eleştirilere göre, yanlıgısı varsa bilgisini yeniden yapılandırma

BİR DEĞER YA DA DEĞERLER BÜTÜNÜYLE NİTELENMİŞLİK (KİŞİLİK HALİNE GETİRME) BASAMAĞI

Hedef: İşbirlikli gruplarda çalışmayı alışkanlık haline getiriş (işbirlikli gruplarda)

Davranış: İşbirlikli öğrenme yöntemi ve tekniklerinin gereklerini her durumda yerine getirme

EK-5

Öğrencilerin Üzerinde Çalıştığı Örnek Araştırma Materyalleri

(Öğrenci adları etik nedenlerle silinmiştir.)

Grup Adı: HİÇ

Grup Üyeleri: Yazıcı:

Denetleyici:

Özendirici:

Malzemeci:

TERMODİNAMİĞİN İKİNCİ YASASI

Ders notlarınızda 28. ve 29. sayfalarda bulunan Termodinamiğin II. Yasası konusunu okuduktan sonra aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

A. Termodinamiğin II. Yasasının doğruluğunu gösteren günlük yaşamdan başka örnekler veriniz (en az 2 adet).

1. örnek: Belirli bir yükseklikten bırakılan bir kalemın kendiliğinden tekrar aynı yüksekliğe çıkamaması. Kalem yere çarpınca ilk konumunda sahip olduğu potansiyel enerji ısı enerjisine dönüşür. Ama kalem tekrar eski haline dönemez. (=kendiliğinden)

2. örnek: Elektrikli sobalarda elektrik enerjisi ısı ve ısıtıcı enerjisine dönüşüyor. Bu kendiliğinden bir olaydır. Ama bu olayın tersi; yani ısı ve ısıtıcı enerjisi elektrik enerjisine kendiliğinden dönüşemez.

B. Termodinamiğin II. Yasasını tanımlayınız.

Doğada kendiliğinden gerçekleşen enerji dönüşümü içeren olaylar tek yönde gerçekleşirken, ters yönde bu olayların kendiliğinden gerçekleşmesi mümkün değildir.

C. Odaya bırakılan bir bardak sıcak çay bir süre sonra neden soğur? Bu olayın tersinin (yani soğumuş çayın tekrar sıcaklığının yükselmesinin) kendiliğinden gerçekleşmesi mümkün müdür? Niçin? (Lütfen yanıtınızı açıklayınız.)

Sıcaklıkları farklı olan 2 cisim etkileşebilecekleri bir ortama konulduğunda sıcaklıkları eşit olana dek ısı alış-verişleri sürer. Odaya bir bardak sıcak çay koyduğumuzda çayın hal değişimi termodinamiğin I. yasasına uymaktadır. Çayın yitirdiği enerji ayni havanın kazandığı enerjiye eşittir. Soğumuş çayın tekrar sıcaklığı kendiliğinden yükselmez. Termodinamiğin II. Yasası bunu açıklıyor.

Grup Adı: BOMBA

Grup Üyeleri: Yazıcı:

Denetleyici:

Özendirici:

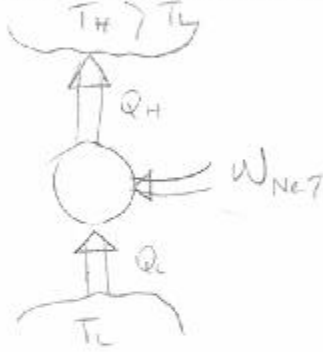
Malzemeci:

SOĞUTMA MAKİNELERİ VE ISI POMPALARI (Çalışma Yaprağı 1)

A. Ders notlarınızda 34. sayfada bulunan "Soğutma Makineleri" konusunu okuyunuz.

etkinlik = $\frac{\text{elde edilmek istenen deger}}{\text{harcanması gereken deger}}$ olduğuna göre soğutucuların etkinlik katsayısı hangi bağıntıyla

ifade edilebilir? (Yüksek ve alçak sıcaklık kaynakları ile sistem arasındaki enerji alışverişlerini gösteren bir şekil çizmeniz sonucu bulmanızı kolaylaştıracaktır.)

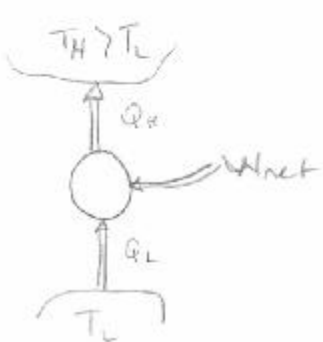


$$W_{net} = Q_H - Q_L$$

$$\text{etkinlik katsayısı} = \frac{Q_L}{W_{net}} = \frac{Q_L}{Q_H - Q_L} = \frac{Q_L}{Q_H} - 1$$

Soğutucunun amacı düşük sıcaklıkta bir ortam oluşturmaktır. Amaç Q_L elde etmek

B. Düşük sıcaklıktaki bir ortamdan yüksek sıcaklıktaki bir ortama ısı aktaran bir başka makine de ısı pompasıdır. Buna göre A bölümündeki düşünceden yola çıkarak ısı pompalarının etkinlik katsayısını veren bağıntıyı çıkartınız. (Yüksek ve alçak sıcaklık kaynakları ile sistem arasındaki enerji alışverişlerini gösteren bir şekil çizmeniz sonucu bulmanızı kolaylaştıracaktır.)



$$\text{etkinlik katsayısı} = \frac{Q_H}{W_{net}} = \frac{Q_H}{Q_H - Q_L} = 1 + \frac{Q_H}{Q_L}$$

Isı pompasının amacı yüksek sıcaklıkta bir ortam elde etmektir. Amaç Q_H eldesi.

Grup Adı: GRUP DİŞTLÜ

Grup Üyeleri: Yazıcı:

Denetleyici:

Özendirici:

Malzemeci:

TERMODİNAMİĞİN İKİNCİ YASASININ KELVİN-PLANCK VE CLAUSIUS İFADELERİ

Ders notlarımızda 37. ve 38. sayfalarda bulunan "Termodinamiğin İkinci Yasasının Kelvin-Planck ve Clausius İfadeleri" konusunu okuyarak bu ifadelerin benzerlik ve farklılıklarını grup arkadaşlarımızla tartışıp, vardığımız sonuçları yazınız.

Kelvin-Planck ifadesine göre:

- Termodinamiğin ikinci yasasının Kelvin-Planck tarafından ifade edilmiş biçimi şöyledir: Termodinamik bir çevrim gerçekleştirerek çalışan bir makinenin sadece bir kaynaktan ısı alıp, net iş üretmesi olanaksızdır.
- Hiçbir ısı makinesinin ısı verimi yüzde 100 olamaz veya bir gün süresinin sürekli çalışabilmesi için, aracı atışkanın kazandıktan ısı enerjisi ortamına yansır, herne ortama da ısı enerji aktarması gerekir.
- Kelvin-Planck ifadesi ısı makinelerine daha uygundur.

Clausius ifadesine göre:

- ✓ → Sıvıtma makineleri ve ısı pompalarına daha uygun bir ifadedir.
- Termodinamiğin ikinci yasasının Clausius tarafından ifade edilmiş biçimi: Termodinamik bir çevrim gerçekleştirerek çalışan bir makinenin, başka hiçbir enerji etkileşiminde bulunmadan, düşük sıcaklıktaki bir cisimden ısı alıp yüksek sıcaklıktaki bir cisme ısı vermesi olanaksızdır.
- Clausius ifadesi sadece, buzdolabının çalışabilmesi için çevrime dışarıdan bir iş girişinin olması gerektiğini vurgular.
- Gerçekleşen çevrim çevrede bir değişime yol açar. Bu nedenle buzdolabı, ikinci yasanın Clausius tarafından ifade edilmiş biçimiyle tam bir uyum içinde değildir.

İki ifadenin benzerlikleri:

- ✓ → Termodinamiğin ikinci yasasının gerek Kelvin-Planck, gerekse Clausius ifadelerinde bir dumsuzluk vardır.
- ✓ → Nasıl ifade edilirse edilsin termodinamiğin ikinci yasası tek bir ifadede değil, birine göre ikinci yasaya aykırı olan bir makine (veya çevrim) ifadede diğerine göre de ikinci yasaya aykırıdır.
- ✓ → Clausius ve Kelvin-Planck ifadeleri, termodinamiğin ikinci yasasının eşdeğer anlatımlarıdır.
- ✓ → Deneysel gözlemlere dayanıyor.

Grup Adı: GRUP DUYGU

Grup Üyeleri: Yazıcı:

Postacı:

Denetleyici:

Tartışma lideri:

TERSİNİR VE TERSİNMEZ HAL DEĞİŞİMLERİ

Ders notlarımızda 39-41. sayfalarda bulunan "Tersinir ve Tersinmez Hal Değişimleri" "Tersinmezlikler" ile "İçten ve Dıştan Tersinir Hal Değişimleri" konularını okuyup, önce bireysel olarak 3 soru hazırlayınız, daha sonra grup arkadaşlarınızla tartışarak 3 grup sorusuna karar veriniz.

Grup Soruları:

1. Tersinir hal değişimi nedir? Neden mükemmi değildi? Isı geçisi hangi koşullarda tersinir kabul edilebilir?

2. Tersinmezlik nedir? En çok karşılaşılan tersinmezlikleri kısaca açıklayınız.

3. İçten ve dıştan tersinir hal değişimlerinin aralarındaki farklar nelerdir? Açıklayınız. Örnek veriniz.

Grup Sürecinin Değerlendirilmesi:

	Grup: DUYGU	Grup: KATNASIZ	Grup: MİNİ MİNİ BİLECEK	Grup:
Çok başarılı	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Başarılı	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Az başarılı	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Değerlendiren Grup: GRUP TERSİNİR

Adı Soyadı:

Birlikte Soralım Birlikte Öğrenelim

Bireysel sınav:

1. Gerçekleşen bir olayın tersinir veya tersinmez olduğunu nasıl anlarsınız? Açıklayınız.

Bir olay gerçekleştikten sonra, dışarıdan hiç bir etki olmaksızın, sistem başlangıç durumuna geri dönebiliyorsa olay tersinirdir. Ayrıca olayın gerçekleşebilmesi için verdiğimiz enerjinin tamamı işe dönüşüyorsa, yani enerji kaybı olmuyorsa olay tersinirdir. Fakat verdiğimiz enerjinin bir kısmı sürtünme, v.b gibi tersinmezliklere harçlanıyorsa, olay tersinmezdir.

2. Bir sistem, bir dizi hal değişimine uğrayarak başlangıç durumuna dönmüştür. Sizce

sistemin geçirdiği hal değişimleri tersinir midir? Yoksa tersinmez midir?

Bir dizi hal değişimine uğradıktan sonra başlangıç durumuna dönen bir sistem, tersinir de olabilir; tersinmez de olabilir. Sistemin başlangıç durumuna dönebiliyor olması, tersinir olduğunu göstermez. Eğer, başlangıç durumuna dönebilmesi için dışarıdan bir etki gerekiyorsa olay tersinir değildir. Ama sistem kendiliğinden başlangıç durumuna gelebiliyor ve burada sistemde ve çevresinde herhangi bir farklılık olmuyorsa 'olay tersinirdir. Bu olayın tersinir mi tersinmez mi olduğuna karar verebilmek için bunları bilmemiz gerekir.

3. Tersinmezliklere neden olan etkenler nelerdir?

Tersinmezliklere neden olan etkenler; sürtünme, direnç, kimyasal reaksiyon, elastik olmayan deformasyon, v.b.

UYKUCULAR

CARNOT ISI MAKİNESİ, SOĞUTMA MAKİNESİ VE ISI POMPASI (Çalışma Yaprağı 3)

E. Aşağıdaki soruları yanıtlayınız (Örnek 5-4, 5-5 ve 5-6'yı incelemek soruların çözümünde size yardımcı olabilir).

1. Bir mühendis, her çevrimde sıcaklığı $400\text{ }^\circ\text{C}$ olan bir yüksek sıcaklık kaynağından $5 \cdot 10^5\text{ J}$ ısı alan ve sıcaklığı $125\text{ }^\circ\text{C}$ olan çevreye $2 \cdot 10^5\text{ J}$ ısı veren bir ısı motoru geliştirdiğini iddia etmektedir.

Paranızı bu motorun üretimi için yatırır mısınız?

$$T_H = 400 + 273 = 673\text{ K}$$

$$Q_H = 5 \cdot 10^5\text{ J} \quad W = 3 \cdot 10^5\text{ J}$$

$$Q_L = 2 \cdot 10^5\text{ J}$$

$$T_L = 125 + 273 = 398\text{ K}$$

$$\eta = \frac{W}{Q_H} = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$\eta_{th} = \frac{Q_H - Q_L}{Q_H} = 1 - \frac{T_L}{T_H} = 1 - \frac{398}{673}$$

$$= 0,4 \quad \text{OLMAZ!}$$



2. Verimi % 35 olan bir Carnot motoru, sıcaklığı $147\text{ }^\circ\text{C}$ olan bir yüksek sıcaklık kaynağından ısı almaktadır. Düşük sıcaklık kaynağının sıcaklığı celsius eşelinde kaçtır?

$$T_H = 147 + 273 = 420\text{ K}$$

$$T_L = ?$$

$$\eta_{th} = 1 - \frac{T_L}{T_H} = 0,35 \Rightarrow T_L = 0,65 \cdot T_H = 273\text{ K} \quad T_L (?) = 0\text{ }^\circ\text{C}$$



3. Bir ısı motoru kullanılarak elektrik üretebilmek için, okyanustaki sıcaklık farkından yararlanılabileceği önerilmektedir. Tropik bölgelerde su sıcaklığı yüzeyde yaklaşık $25\text{ }^\circ\text{C}$ ve dipte $5\text{ }^\circ\text{C}$ 'dir. Böyle bir motorun maksimum teorik verimi nedir?

$$\eta_{th} = 1 - \frac{T_L}{T_H} = 1 - \frac{5 + 273}{25 + 273} = 0,07 \quad \% 7$$



4. Verimi % 40 olan bir Carnot motoru, $50\text{ }^\circ\text{C}$ 'deki bir düşük sıcaklık kaynağı ile çalışmakta ve her çevrimde 1200 J ısı vermektedir. a) Her çevrimdeki ısı girişi ne kadardır? b) Yüksek sıcaklık kaynağının sıcaklığı celsius eşelinde nedir?

$$\eta_{th} = 0,4$$

$$T_L = 50 + 273 = 323\text{ K}$$

$$Q_L = 1200\text{ J}$$

$$a) Q_H = ? \quad b) T_H (?) = ?$$

$$\eta_{th} = 1 - \frac{323}{T_H} = 0,4 \Rightarrow T_H = \frac{323}{0,6} = 538,3\text{ K}$$

$$T_H (?) = 265,3\text{ }^\circ\text{C}$$

$$\frac{Q_H}{Q_L} = \frac{T_H}{T_L} \Rightarrow Q_H = \frac{T_H \cdot Q_L}{T_L} = \frac{538,3 \cdot 1200}{323}$$

$$= 2000\text{ J}$$

5. $40\text{ }^\circ\text{C}$ ve $-5\text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıkları arasında çalışarak dakikada 100 kJ ısı alan tersinir bir soğutucu için gerekli gücü bulunuz.

$$T_H = 273 + 40 = 313\text{ K}$$

$$T_L = 268\text{ K}$$

$$Q_L = 100\text{ kJ}$$

$$W = Q_H - Q_L$$

$$= 417 - 100$$

$$= 117\text{ kJ}$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{117\text{ kJ}}{60\text{ s}} = 0,293\text{ kW}$$

$$\text{COP}_{sm} = \frac{Q_L}{W} = \frac{Q_L}{Q_H - Q_L} = \frac{1}{\frac{Q_H}{Q_L} - 1}$$

$$\text{COP}_{th} = \frac{1}{\frac{T_H}{T_L} - 1} = \frac{1}{\frac{313}{268} - 1} = \frac{1}{0,17}$$

$$= 5,88$$

$$\frac{Q_H}{Q_L} = \frac{T_H}{T_L} \Rightarrow Q_H = \frac{T_H}{T_L} \cdot 100 = \frac{313}{268} \cdot 100 = 117\text{ kJ}$$



Grup Adı: BİLEMEİM

Grup Üyeleri: Yazıcı:

Denetleyici:

Özendirici:

Malzemeci:

ENTROPİ DEĞİŞİMİNİN NEDENLERİ

Ders notlarımızda 61. ve 62. sayfalarda bulunan "Entropi Değişiminin Nedenleri" konusunu okuyarak önemli bulduğunuz sonuçları maddeler halinde yazınız.

- * Entropinin değişimine neden olan 3 etken vardır: Isı geçişi, kütle akışı ve tersinmezlikler
- * Sisteme olan ısı geçişi sistemin entropisini artırır, sistemden olan ısı geçişi ise sistemin entropisini azaltır.
- * Kapalı bir sistemin entropisi sadece çevreye ısı geçişi sonucu azalır.
- * $1/T$, entropi akışı/geçişi olarak adlandırılır - sınırın bir biriminde.
- * Sınırdaki entropi var ya da yok edilemez. Çünkü sınır kalınlığı sıfır hacmi çektir.
- * Kütle akışıyla olan entropi geçişine entropi aktarımı denir.
- * Kapalı sistemlerin sınırlarından kütle geçişi olmadığı için entropi aktarımı yoktur.
- * Sürtünme, ısıyı geçileme veya ısıtılabilirlik ve ısıtma sıcaklık farkında ısı geçişi her zaman entropinin artmasına neden olur.
Bu nedenle kapalı bir sistemin entropisi adyabatik bir hal değişimini sırasında azalmaz.
- * Bir hal değişimi sırasında entropi üretimi tersinmezliklerden kaynaklanır, tersinin bir hal değişiminde $S_{gen} = 0$ olur.
- * Entropisiz bir hal değişimi, sanki -değeri bir hal değişimi gibi sadece dışarıya vardır, fakat gerçek bir hal değişimleri için bir model oluşturur.
- * Entropinin korunumu sağlanmaz değildir. Tersinir hal değişimlerinde entropi sabit kalır, fakat gerçek tüm hal değişimlerinde entropi artar.
- * Hal değişimleri her hangi bir yönde değil sadece belirli bir yönde gerçekleşir. Bu yön entropinin artışı ilkesine uygundur.

Grup Adı: SİYAH

Grup Üyeleri: Yazıcı:

Denetleyici:

Özendirici:

Malzemeci:

ENTROPİ İLE İLGİLİ PROBLEMLER

Aşağıdaki soruları yanıtlayınız (Örnek 6-3, 6-4, 6-5 ve 6-6'yı incelemek soruların çözümünde size yardımcı olabilir).

1. 0,25 kg'lık etil alkol, kaynama noktası olan 78 °C de buharlaşırsa alkolün entropi değişimini hesaplayınız. ($L_{\text{buharlaşma}}=1 \cdot 10^5$ J/kg)

$$T = 78^\circ + 273 = 351 \text{ K}$$

$$Q = m L_v = 0,25 \cdot 1 \cdot 10^5 = 0,25 \cdot 10^5$$

$$\Delta S = \int \frac{\delta Q}{T} = \frac{Q}{T} = \frac{0,25 \cdot 10^5}{351} = \frac{25 \cdot 10^3}{351} = 71,22 \text{ J/K}$$

2. Sıcaklıkları 100 °C ve 0 °C olan iki sabit kaynak içeren izole bir sistemde, soğuk kaynaktan sıcak kaynağa 1000 J'lük ısı aktarılırsa a) sıcak kaynağın entropi değişimini, b) soğuk kaynağın entropi değişimini, c) izole sistemin toplam entropi değişimini hesaplayınız. d) Süreç doğal olarak kendiliğinden gerçekleşebilir mi?

$$\Delta S_{\text{Toplam}} = \Delta S_{\text{sıcak}} + \Delta S_{\text{soğuk}}$$

$$\Delta S = \int \frac{\delta Q}{T} = \frac{\int \delta Q}{T} = \frac{Q}{T}$$

$$\Delta S = -3,66 + 2,68 = -0,98$$

$$\Delta S_{\text{sıcak}} = \frac{+1000}{373} = 2,68$$

$$\Delta S_{\text{soğuk}} = \frac{-1000}{273} = -3,66$$

Toplam entropi (-) olması gerektiği için bu süreç doğal olarak kendiliğinden gerçekleşmez.

3. 500 K sıcaklığındaki 50 kg'lık demir blok, 285 K sıcaklığındaki bir göle atılıyor. Demir blok, göle ile termal dengeye ulaşıyor. Demirin ortalama özgül ısısının 0,45 kJ/kgK olduğu verildiğine göre, bu olay için toplam entropi değişimini hesaplayınız. (Gölün ısı kapasitesi, demir bloğa göre çok büyüktür.)

$$T_1 = 500 \text{ K}$$

$$T_2 = 285 \text{ K}$$

$$m = 50 \text{ kg}$$

$$c = 0,45 \text{ kJ/kgK}$$

$$Q = m c \Delta T = 50 \cdot 0,45 \cdot 10^3 \cdot 215 = -4837,5 \text{ kJ}$$

$$\Delta S_1 = \int_{T_1}^{T_2} \frac{\delta Q}{T} = \int_{T_1}^{T_2} \frac{m c \Delta T}{T} = m c \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right) = 50 \cdot 0,45 \cdot 10^3 \cdot \ln \left(\frac{285}{500} \right) = -12,65 \text{ kJ/K}$$

$$\Delta S_2 = \frac{\int \delta Q}{T} = \frac{+4837,5}{285} = +16,97 \text{ kJ/K}$$

$$\Delta S_{\text{toplam}} = \Delta S_1 + \Delta S_2 = 16,97 - 12,65 = 4,32 \text{ kJ/K}$$

Grup Adı: GRUP JET

Grup Üyeleri: Yazıcı:

Denetleyici:

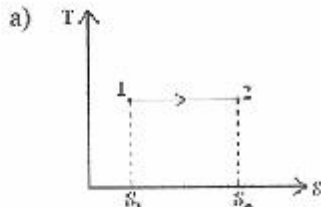
Özendirici:

Malzemeci:

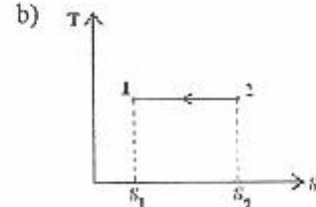
T-S DİYAGRAMI-1

Ders notlarınızda 66. ve 67. sayfalarda bulunan "T-S Diyagramı" konusunu okuyup, örnek 6-7'yi inceledikten sonra aşağıda verilen soruları yanıtlayınız.

1. T-S diyagramında gösterilen hal değişimlerinde, a) sistem 1 durumundan 2 durumuna ve b) 2 durumundan 1 durumuna geçerken ısı mı vermiştir? Yoksa sisteme ısı mı aktarılmıştır? Lütfen yanıtınızı nedenleriyle birlikte açıklayınız. Alış veriş edilen ısı miktarını veren bağıntıları, işaretlerine de dikkat ederek a ve b şıklarının her biri için yazınız.

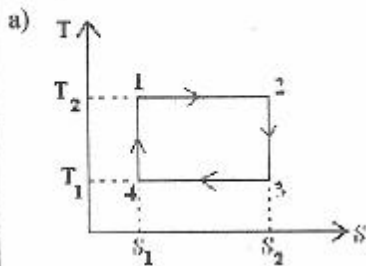


$s_2 > s_1$ olduğu için ısı almıştır. Toplam ısı geçişi: $Q_{istatır} = \int T ds$
Grafik'in altında kalan alandan ısı geçişi bulunabilir.



Yüksek entropiden düşük entropiye geçişi için ısı vermiştir.
 $Q_{istatır} = \int T ds$
Verilen ısı geçişi grafik'in altında kalan alandan bulunabilir.

2. Aşağıda T-S diyagramları verilen makineler, iş mi yapmıştır? Yoksa makineler üzerine mi iş yapılmıştır? Lütfen yanıtınızı nedenleriyle birlikte açıklayınız. Yapılan işi veren bağıntıları, işaretlerine de dikkat ederek a ve b şıklarının her biri için yazınız.



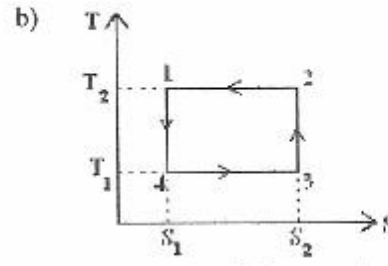
1 → 2 durumuna ısı almıştır. ısı miktarı daha fazladır.
3 → 4 durumuna ısı vermiştir. ısı miktarı daha azdır.

$$W_{net} = Q_H - Q_L \quad Q_H > Q_L$$

sistem iş yapmıştır.

$$Q_H \Rightarrow S_1, 43 S_2 \text{ alanı} \quad Q_L \Rightarrow S_1, 25 S_2 \text{ alanı}$$

2 → 3 ve 4 → 1 durumunda ısı geçişi yoktur.



$$Q_H \Rightarrow S_1, 43 S_2 \text{ alanı}$$

$$Q_L \Rightarrow S_1, 25 S_2 \text{ alanı}$$

$$Q_L > Q_H \text{ old için}$$

sistem üzerine iş yapılmıştır.

$$W_{net} = Q_H - Q_L$$

<p>Grup Adı: GÖZTEPE Grup Üyeleri: Yazıcı: Denetleyici: Özendirici: Malzemeci:</p>
<p style="text-align: center;">ENTROPİ İLE İLGİLİ SORULAR-1</p> <p>Grup arkadaşlarınızla tartışarak verilen soruları yanıtlayınız.</p>
<p>1. Entropinin arttığı olaylara örnekler veriniz.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tersinmez olaylar ^{toplam} entropiyi doaima artırır. - Örneğin aydınlıkta ısıtılmış suyun entropisi artar - Kabanın dağılması sonucu artar - Odayı dağıtığımızda odanın entropisi (düzensizlik arttığından dolayı) artar. - Solunumda entropi artar
<p>2. Entropinin azaldığı olaylara örnekler veriniz.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Odayı topladığımızda odanın entropisini azaltmış oluruz. - Odayı topladığımız klima yolları sıcaklığı düşürdüğü için odanın entropisini azaltır.
<p>3. Entropi ile iş arasında nasıl bir ilişki vardır?</p> <p>- Sistem üzerine iş yaptığımızda sistemin iş yapabilme yeteneğini arttırıyorsa; ya da düzensizliğini azaltıyorsa entropisi azalır. Entropi iş yapabilme yeteneğinin bir ölçüsüdür. Fakat ters orantılıdır.</p>
<p>4. Entropi-olasılık ilişkisini vurgulayan bir örnek veriniz.</p> <p>Çenin ağızını düşünürsek; oda dağılık olduğu zaman çenin sarj aletini bulma olasılığı çok düşüktür. Sarj aletinin belirli bir yerde olma olasılığı çok düşüktür. Bunun nedeni entropinin (düzensizliğin) fazla olmasıdır. Odayı topladığımızda düzensizlik azaldığı için sarj aletinin belirsizliği de azalır. Dolayısıyla entropisi azalır.</p>

Grup Adı: Yelda, Resat, Nagehan

Grup Üyeleri: Yazıcı:

Denetleyici:

Bağ Kurucu:

Özendirici:

3 ifade yazan grup: gelişmekte

4-5 ifade yazan grup: başarılı

6 ve daha fazla ifade yazan grup: çok başarılı

Termodinamiğin II. Yasasını veren bütün ifadeleri yazınız.

- 1) Kelvin-Planck ifadesi: Termodinamik bir çevrim gerçekleştirerek kalıan bir makinenin sadece bir kaynaktan ısı alıp, net-ış üretmesi olanaksızdır.
- 2) Clausius ifadesi: Termodinamik bir çevrim gerçekleştirerek kalıan bir makinenin başka hiçbir enerji etkileşiminde bulunmadan düşük sıcaklıktaki bir cisimden ısı alıp yüksek sıcaklıktaki bir cisme ısı vermesi olanaksızdır.
- 3) Doğadaki tüm olaylar, sadece entropiyi arttıracak yönde gerçekleşir. (kendiliğinden)
- 4) Doğadaki tüm olaylar, olasılığın en yüksek değerine geçme eğilimindedir.
- 5) Doğada; ısı kendiliğinden ısıya dönüşebilir, fakat ısı kendiliğinden işe dönüşemez.
- 6) Hiçbir ısı makinesinin net verimi % 100 olamaz.
- 7) Hal değişimleri daima tek yönlüdür.
- 8) Carnot ilkelerinin sağlanması, termodinamiğin II. ilkesinin sağlanmasıdır. Örneğin bir ısı makinesinin termodinamiğin II. ilkesine aykırı olup olmadığını belirlemenin bir yolu da Carnot ilkelerinin sağlanıp sağlanmadığını sınamaktır.
- 9) Isı hiçbir zaman kendiliğinden sıcaklığı düşük olan bir maddeden sıcaklığı yüksek olan bir cisme geçemez.

Grup Adı: BREMEN MIZIKACILARI

Grup Üyeleri: Yazıcı:

Denetleyici:

Bağ Kurucu:

Özendirici:

Termodinamiğin II. Yasası ve Entropi konularını ve bu konularla ilişkili olan alt kavramları içeren, ayrıca aralarındaki ilişkileri gösteren bir kavram haritası oluşturabilmek için,

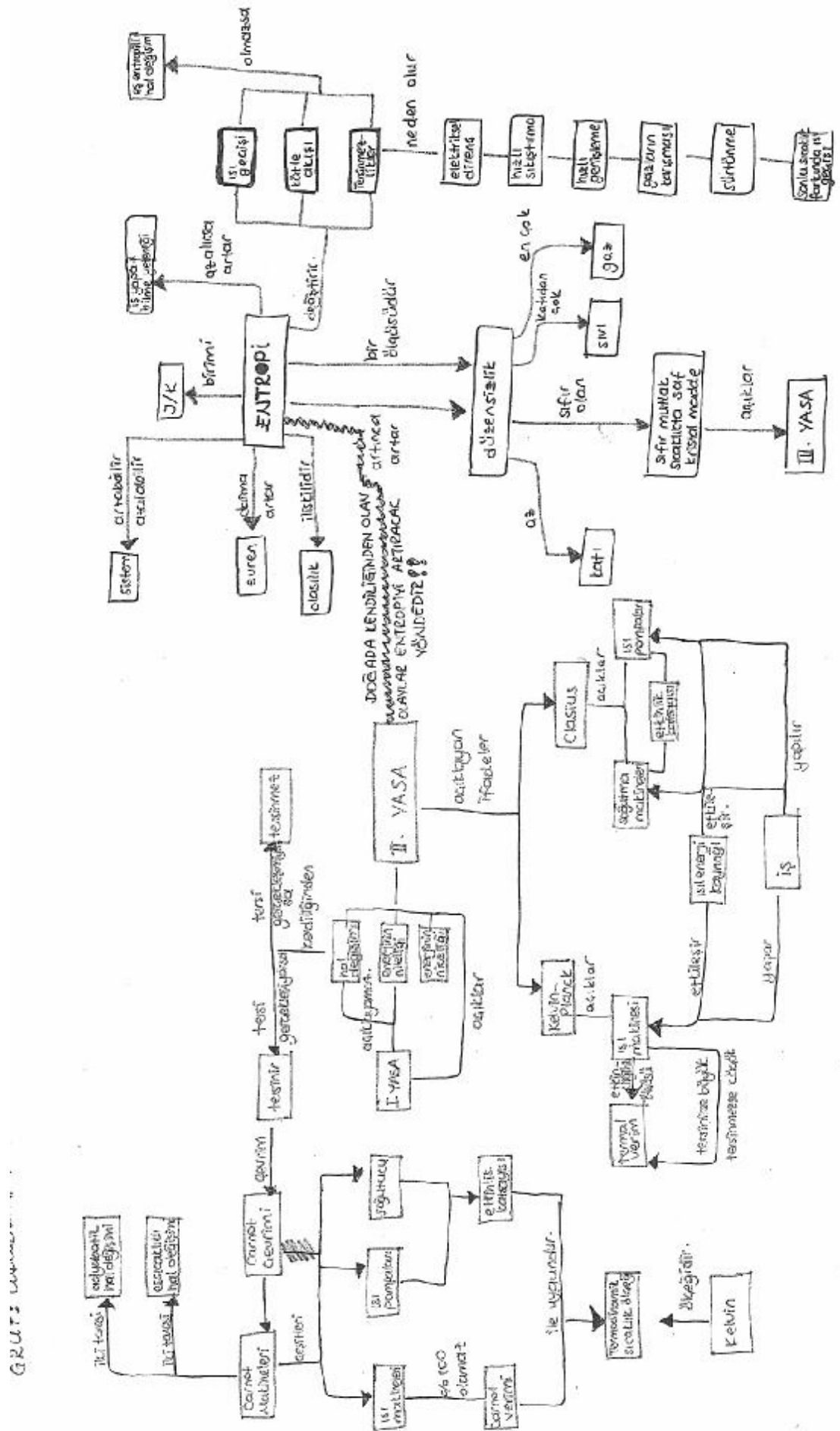
1. Ders notlarınızı inceleyerek Termodinamiğin II. Yasası ve Entropi konularıyla ilgili kavramları yazınız.
2. Bulduğumuz kavramlar arasında çizgilerle bağlantılar yaparak, kavramları birbirleriyle ilişkilendiriniz ve çizgilerin üzerine ilişkileri yazınız.
3. Aklınıza daha sonra gelen diğer ilgili kavramları da haritanıza ekleyiniz.

① II. Yasa

Isıl enerji kaynağı/deposu
Isı makineleri
Enerji
İş
Isıl verim
Soğutma makineleri
Isı pompaları
Kelvin-Planck ifadesi
Clausius ifadesi
Tersinir hal değişimi
Tersinmez hal değişimi
Carnot çevrimi

ENTROPİ

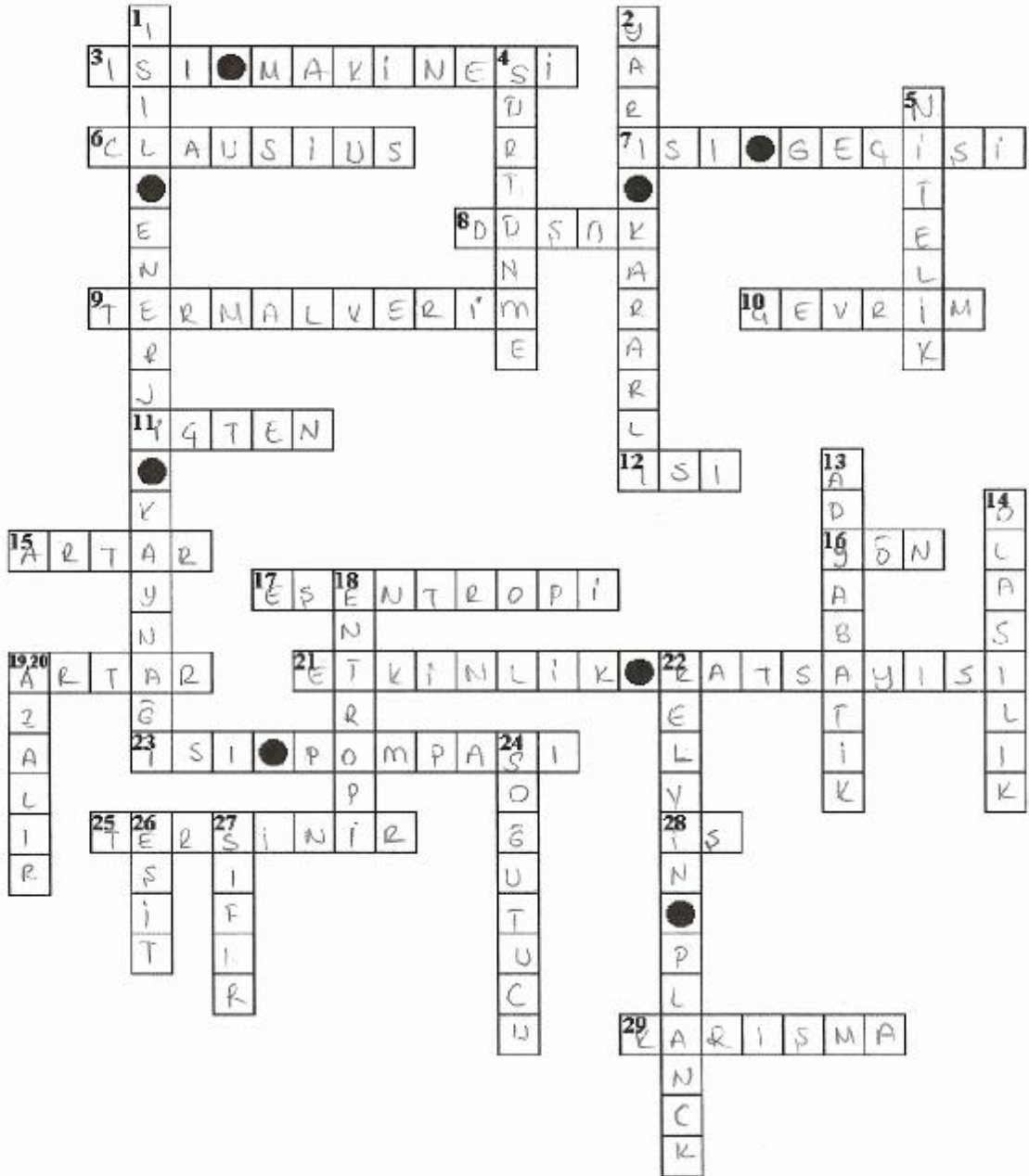
Evren
Entropi değişiminin nedenleri (ısı geçişi, titreşim, kırılganlık)
İçin tersinir
Adyabatik
Eş entropili
Sistem
Çevre
Yaygın
Mutlak entropi
J/K



GRU 23

BULMACA

(TERMODİNAMİĞİN İKİNCİ YASASI VE ENTROPİ)



Grup Adı:Gözeller

Grup Üyeleri: Yazıcı:

Denetleyici:

Bağ Kurucu:

Özendirici:

YUKARIDAN AŞAĞIYA:

1. Sıcaklığı değişmeden ısı alış verişini yapabilen cisimler nasıl adlandırılır?
2. Bütün tersinir olaylar nasıl olaylardır?
4. Bir tersinmezlik nedenidir.
5. Termodinamiğin İkinci Yasası, enerjinin hangi özelliği ile ilgilenir?
13. Carnot çevrimi, ikisi sabit sıcaklıkta, ikisi dört hal değişiminden oluşur.
14. Doğal olaylar,’ı en yüksek olan duruma ilerleme eğilimindedir.
18. Doğal olaylar, daima neyi artıracak yönde gerçekleşir?
20. Eşsıcaklıklı olarak sıkıştırılan bir gazın entropisi nasıl değişir?
22. “Termodinamik bir çevrim gerçekleştirerek çalışan bir makinenin sadece bir kaynaktan ısı alıp, net iş üretmesi olanaksızdır.” ifadesi Termodinamiğin İkinci Yasasının hangi ifadesidir?
24. Soğuk bir ortamı daha da soğutmak amacıyla hangi makine kullanılır?
26. Carnot ilkelerine göre, aynı ısı enerjisi kaynakları arasında çalışan tüm tersinir ısı makinelerinin verimleritir.
27. Termodinamiğin Üçüncü Yasasına göre, mutlak sıcaklıkta saf kristal maddenin entropisi nasıldır?

SOLDAN SAĞA:

3. Isı enerjisini, işe dönüştürebilen sistemler nasıl adlandırılır?
6. “Termodinamik bir çevrim gerçekleştirerek çalışan bir makinenin, başka hiçbir enerji etkileşiminde bulunmadan, düşük sıcaklıktaki bir cisimden ısı alıp yüksek sıcaklıktaki bir cisme ısı vermesi olanaksızdır.” ifadesi Termodinamiğin İkinci Yasasının hangi ifadesidir?
7. Bir tersinmezlik nedenidir.
8. Carnot ilkelerine göre, aynı ısı enerjisi kaynakları arasında çalışan tersinmez ısı makinesinin verimi, tersinir ısı makinesinin verimine göre her zaman nasıldır?
9. Bir ısı makinesinin aldığı ısının ne kadarını işe dönüştürebildiği, ne ile ifade edilir?
10. Isı pompaları ve soğutucular aynı’i gerçekleştirirler.
11. $\Delta S = \int_1^2 \frac{\delta Q}{T}$ bağıntısı, tersinir bir hal değişimi için geçerlidir.
12. T-S diyagramının altında kalan alan neyi verir?
15. Evrenin entropisi daima nasıl değişir?
16. Termodinamiğin İkinci Yasasına göre doğal olaylar daima tekde gerçekleşir.
17. Adyabatik olaylarda entropi sabit kalır, bu durum nasıl adlandırılır?
19. Eşsıcaklıklı olarak genişleyen bir gazın entropisi nasıl değişir?
21. Soğutucu ve ısı pompalarının verimleri ne ile ifade edilir?
23. Sıcak bir ortamı daha da ısıtmak amacıyla hangi makine kullanılır?
25. Bir yönde gerçekleştikten sonra, çevre üzerinde hiçbir iz bırakmadan ters yönde de gerçekleşebilen hal değişimi nasıl adlandırılır?
28. Soğutucu ve ısı pompalarının çalışabilmesi için dışarıdan ne girişi gereklidir?
29. Bir tersinmezlik nedenidir.

EK-6

İşbirlikli Öğrenme Yönteminin Uygulandığı Termodinamik
Dersine İlişkin Örnek Günlük Planlar

İŞBİRLİKLİ ÖĞRENME YÖNTEMİNİN UYGULANDIĞI TERMODİNAMİK DERSİNE İLİŞKİN GÜNLÜK PLAN

Ünitenin Adı: Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi

Süre: 45' + 45' + 45' (3 ders saati)

Konu Başlıkları:

- A. Termodinamiğin İkinci Yasasının Kelvin-Planck ve Clausius Açıklamaları (1 ders saati)
- B. Tersinir ve Tersinmez Hal Değişimleri (2 ders saati)

Öğretimsel Hedefler:

A.

Hedef 1: Termodinamiğin ikinci yasası, ısı motorları ve ısı pompaları ile ilgili belli başlı olgular bilgisi

Davranışlar:

1. Termodinamiğin ikinci yasasının ısı motorlarını ilgilendiren açıklamasının Kelvin – Planck tarafından yapıldığını yazma/söyleme.
2. Termodinamiğin ikinci yasasının ısı pompaları ve soğutucuları ilgilendiren açıklamasının Clausius tarafından yapıldığını yazma/söyleme.

Hedef 2: Termodinamiğin ikinci yasası ile ilgili belli başlı ilke, genelleme ve kuramlar bilgisi.

Davranışlar:

1. Termodinamiğin ikinci yasasının Kelvin-Planck açıklamasını derste geçen anlatımıyla yazma/söyleme
2. Termodinamiğin ikinci yasasının Clausius açıklamasını derste geçen anlatımıyla yazma/söyleme

Hedef 3: Termodinamiğin ikinci yasasının farklı açıklamalarını kavrayabilme

Davranışlar:

1. Termodinamiğin ikinci yasasının farklı açıklamalarını kendi cümleleriyle yazma/söyleme
2. Termodinamiğin ikinci yasasının farklı açıklamalarının olmasının nedenlerini açıklayarak yazma/söyleme

3. Termodinamiğin ikinci yasasının farklı açıklamaları arasındaki ilişkiyi yorumlama
4. Verilen açıklamalar arasında ikinci yasaya uygun olmayanları seçip işaretleme

B.

Hedef 4: Termodinamiğin ikinci yasası ile ilgili temel kavramların anlam bilgisi

Davranışlar:

1. Tersinir süreç kavramının tanımını derste geçen anlatımıyla yazma/söyleme
2. Tersinmez süreç kavramının tanımını derste geçen anlatımıyla yazma/söyleme
3. İçten tersinirlik kavramının tanımını derste geçen anlatımıyla yazma/söyleme
4. Dıştan tersinirlik kavramının tanımını derste geçen anlatımıyla yazma/söyleme
5. Tersinmezlik kavramının tanımını derste geçen anlatımıyla yazma/söyleme

Hedef 5: Termodinamiğin ikinci yasası ile ilgili kavramları kavrayabilme

Davranışlar:

1. Verilen örneklerde tersinir olanı seçip işaretleme
2. Verilen örneklerde tersinmez olanı seçip işaretleme
3. Sistemin başlangıç durumuna dönebilmesi için sadece tersinir değişimler geçirmesi gerektiğini kavrayarak, tersinmez değişimler de geçirebileceğini yazma/söyleme

Yöntem:

A. İşbirlikli Öğrenme/ Birlikte Öğrenme/ Çalışma Yaprağı kullanılarak karşılaştırma öğretimsel işi

B. İşbirlikli Öğrenme/ Birlikte Soralım Birlikte Öğrenelim

Malzemeler:

A. Okuma Parçaları, Çalışma Yaprağı

B. Okuma Parçaları, Çalışma Yaprağı, Soru-Yanıt Kartları, Grup Sunumunu Değerlendirme Formu, Bireysel Sınav Kağıdı

Öğretimsel İşlem Basamakları:

A.

1. Rastlantısal seçilen öğrencilerden 4'er kişilik gruplar oluşturulması
2. Grup üyelerinin bir araya oturtulması
3. Her gruba termodinamiğin ikinci yasasının Kelvin-Planck ve Clausius açıklamaları çalışma yaprağından bir kopya verilerek öğrencilerin çalışma yaprağını paylaşmak zorunda bırakılması
4. Grup üyelerine rastlantısal olarak yazıcı, denetleyici, özendirici, malzemeci görevlerinin verilmesi
5. Öğrencilere ne yapmaları gerektiğinin açıklanması
6. Grup üyelerinin birbirlerinin öğrenmelerinden sorumlu olduklarının açıklanması
7. İlgili okuma parçasını okumaları için yeterli sürenin verilmesi
8. Çalışma yaprağını doldurmaları için yeterli sürenin verilmesi
9. Öğrenciler arasında dolaşarak takıldıkları noktalarda açıklamalar yapılması
10. Sırayla her gruptan rasgele bir öğrenci kaldırılarak, açıklamaların benzerlik veya farklılıklarını belirten bir cümle söylemesinin istenmesi
11. Bütün yanıtlar verilinceye kadar buna devam edilmesi
12. Yanıtların sınıf tartışması ile özetlenmesi

B.

13. Her gruba tersinir ve tersinmez hal değişimleri çalışma yaprağından bir kopya verilerek öğrencilerin çalışma yaprağını paylaşmak zorunda bırakılması
14. Grup üyelerine rastlantısal olarak yazıcı, postacı, denetleyici, tartışma lideri görevlerinin verilmesi
15. Öğrencilere ne yapmaları gerektiğinin açıklanması
16. Grup üyelerinin birbirlerinin öğrenmelerinden sorumlu olduklarının açıklanması
17. İlgili okuma parçasını okumaları için yeterli sürenin verilmesi
18. Bireysel öğrenci sorularının hazırlanması için yeterli sürenin verilmesi
19. Grup sorularının hazırlanması için yeterli sürenin verilmesi
20. Postacıların grup sorularını, yanıtlamaları için başka gruplara vermesi
21. Diğer gruplardan gelen grup sorularının yanıtlanması için yeterli sürenin verilmesi
22. Öğrenciler arasında dolaşarak takıldıkları noktalarda açıklamalar yapılması

23. Sırayla her gruptan rasgele bir öğrenci kaldırılarak, sorulardan birini yanıtlamasının istenmesi
24. Bütün sorulara yanıt verilinceye kadar buna devam edilmesi
25. Yanıtların sınıf tartışması ile özetlenmesi
26. Her grubun, diğer grupların soruları yanıtlama becerisini değerlendirmesi
27. Bireysel sınavın gerçekleştirilmesi

Değerlendirme:

- A.** Grubun ortak ürününün (doldurulmuş çalışma yaprağı) ve rasgele kaldırılan öğrencinin yanıtlarının değerlendirilmesi ile grup notlarının verilmesi
- B.** Grup sorularının niteliği ve özgünlüğü ile rasgele kaldırılan öğrencinin yanıtlarının değerlendirilmesi yoluyla grup notlarının verilmesi, ayrıca bireysel öğrenci sorularının niteliği ve özgünlüğü ile bireysel sınavda verilen yanıtlara göre değerlendirme yapılarak bireysel notlara eklenmesi.

İŞBİRLİKLİ ÖĞRENME YÖNTEMİNİN UYGULANDIĞI TERMODİNAMİK DERSİNE İLİŞKİN GÜNLÜK PLAN

Ünitenin Adı: Termodinamiğin İkinci Yasası ve Entropi

Süre: 45' + 45' (2 ders saati)

Konu Başlıkları:

Termodinamiğin İkinci Yasası

Entropi

Öğretimsel Hedef: Termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konuları ile ilgili kavramlara ilişkin bir kavram haritası hazırlayabilme

Davranışlar:

1. Termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konuları ile ilgili kavramları sırayla yazma
2. Yazdıkları kavramlar arasında çizgilerle bağlantı yaparak, kavramlar arası ilişkileri çizgilerin üzerine yazma
3. Bağlantı çizgilerini mümkün olduğunca birbirinin üzerinden geçirmeden çizme
4. İlgili diğer kavramları da kavram haritasına ekleme

Yöntem:

İşbirlikli Öğrenme/ Birlikte Öğrenme/ Çalışma Yaprağı kullanılarak kavram haritası yapma öğretimsel işi

Malzemeler:

Okuma Parçaları, Çalışma Yaprağı, Boş A3 Kağıtları

Öğretimsel İşlem Basamakları:

1. Rastlantısal seçilen öğrencilerden 4'er kişilik gruplar oluşturulması
2. Grup üyelerinin bir araya oturtulması

3. Her gruba termodinamiğin ikinci yasası ve entropi konularında kavram haritası oluşturulması çalışma yaprağından bir kopya verilerek öğrencilerin çalışma yaprağını paylaşmak zorunda bırakılması
4. Her gruba boş A3 kağıtlarından birer tane verilerek öğrencilerin gereci paylaşmak zorunda bırakılması
5. Grup üyelerine rastlantısal olarak yazıcı, denetleyici, bağ kurucu, özendirici görevlerinin verilmesi
6. Öğrencilere ne yapmaları gerektiğinin açıklanması (sıcaklık ve ısı konusunda hazırlanmış olan kavram haritası gösterilerek, kavram haritasının ne olduğunun, nasıl yapıldığının ve hangi amaçlarla kullanıldığının açıklanması)
7. Grup üyelerinin birbirlerinin öğrenmelerinden sorumlu olduklarının açıklanması
8. Okuma parçalarını yeniden gözden geçirip, konularla ilgili kavramları yazmaları için yeterli sürenin verilmesi
9. Belirledikleri kavramları ve ilişkilerini bir kavram haritası ile göstermeleri için yeterli sürenin verilmesi
10. Öğrenciler arasında dolaşarak takıldıkları noktalarda açıklamalar yapılması
11. Her grubun oluşturduğu kavram haritasını sınıf tahtasına asarak sergilemesi
12. Öğrencilerin diğer grupların oluşturduğu kavram haritalarını incelemesi

Değerlendirme: Her grubun ortak ürününün (kavram haritalarının) verilen ilgili kavram sayısı ve her doğru ilişki bakımından değerlendirilerek grup notlarının verilmesi

EK-7

İlgili Makamdan Alınan Gerekli İzin Belgesi

T.C
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
Buca Eğitim Fakültesi Dekanlığı

BUCA-İZMİR

SAYI : B.30.2.DEÜ.0.36.00.01/221-
KONU :

06.03.05* 500

ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ
BÖLÜMÜ BAŞKANLIĞINA,

İLGİ: 27.09.2005 tarih ve Dek/346 sayılı yazınız.

Bölümünüz Fizik Eğitimi Anabilim Dalında görev yapan Arş.Gör.Rabia TANEL, Arş.Gör.Zafer TANEL ile Arş.Gör.Serap KAYA ŞENGÖREN'in doktora tezlerinin deneysel çalışmalarını gerçekleştirmek amacıyla ilgi yazınızda belirttikleri derslere, dersi veren öğretim üyeleriyle birlikte girmeleri şartıyla Dekanlığımızca uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.


Prof.Dr.Ferda AYSAN
DEKAN