LİSE VE DENGİ OKUL ÖĞRENCİLERİNİN ISI ve SICAKLIK ÖĞRENİMİNDE KARŞILAŞTIĞI KAVRAM YANILGILARI

YUNUS KARAKUYU

DOKTORA TEZİ
FİZİK ANABİLİM DALI

ISPARTA 2006

T.C.

SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

LİSE VE DENGİ OKUL ÖĞRENCİLERİNİN ISI ve SICAKLIK ÖĞRENİMİNDE KARŞILAŞTIĞI KAVRAM YANILGILARI

YUNUS KARAKUYU

DOKTORA TEZİ

FİZİK ANABİLİM DALI

ISPARTA, 2006

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Bu çalışma jürimiz tarafından FİZİK ANABİLİM DALI'nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan : .....

(Ünvanı, Adı ve Soyadı)

Üye : .....

(Ünvanı, Adı ve Soyadı)

Üye : .....

(Ünvanı, Adı ve Soyadı)

Üye : .....

(Ünvanı, Adı ve Soyadı)

Üye : .....

(Ünvanı, Adı ve Soyadı)

ONAY

Bu tez .../.../2006 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda, yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

...../...../2006

S.D.Ü FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜ MÜDÜRÜ

Prof. Dr. Çiğdem SAVAŞKAN

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER……..i

ÖZET.....iii

ABSTRACT…….....iv

TEŞEKKÜR……..v

ŞEKİLLER LİSTESİ…….....vi

TABLOLAR LİSTESİ ……...viii

1. GİRİŞ: 1
1.1 Fizik Öğretiminin Amacı..... 3
1.2 Fizik Eğitiminde Öğretim Yöntemleri 4
1.2.1 Gözlem Yöntemi..... 4
1.3 Fizik Öğretimindeki Müfredat Programının Amaçları..... 11
1.4 Öğretmenlerin Fizik Öğretimi ve Müfredatı ile ilgili Düşünceleri..... 12
1.5 Fizik Müfredatıyla İlgili Öneriler..... 14
1.6 Öğrencilere Göre Fizik Bilimi..... 15
1.7 Fizik Öğretimindeki Başlıca Sorunlar ve Çözümleri..... 16
1.9 Erkek ve Kız Öğrencilerin Fizik Anlayışı Farklı mıdır?..... 20
1.9.1 Fizik Öğreniminde Öğrenci Yaklaşımlarını Etkileyen Nedenler 21
1.9.2 Fizik Derslerinde Öğrenciler Sorulara Nasıl Cevap Verirler? 22
1.9.3 Kızların ve Erkeklerin Deney Çalışmalarındaki Davranışları 23
1.9.4 Kız ve Erkek Öğrencilerin Fizik ile İlgili Farklı Fikirleri..... 24
1.10 Kavram Yanılgısı Ne Demektir?..... 25
1.11 Fizik Öğretiminde Basitleştirmenin Yol Açtığı Kavram Yanılgıları . 25
1.12 Kavram Yanılgılarının Genel Özellikleri..... 26
1.13 Kavram Yanılgılarının Çeşitleri 28
1.13.1 Ön yargılı Fikirler:..... 28
1.13.2 Bilimsel Olmayan İnançlar: 28
1.13.3 Kavramsal Yanlış Anlamalar: 29
1.13.5 Doğal Olaylara Dayalı Kavram Yanılgıları:..... 29
1.14 Kavram Yanılgılarını Düzeltmek Neden Zordur?..... 30
1.14.1 Kavram Yanılgılarının Düzeltilmesinde Öğretmenlerin Rolü..... 31
1.14.2 Öğrencilere Kavram Yanılgılarını Gidermede Yardımcı Olma..... 32
1.14.3 Öğrencilerin Kavram Yanılgıları İle Yüzleştirilmesi 32
1.14.4 Öğrencilerin Kavram Yanılgılarının Tespit Edilmesi 34
1.14.5 Öğrencilerin Kavram Yanılgılarının Düzeltilmesi..... 35
1.15 Fizikteki Önemli Kavram Yanılgıları 36
1.16.1 Termometre ve Sıcaklık Ölçekleri..... 40
1.16.2 Sıcaklık ve Yükseklik İlişkisi 41
1.16.3 Sıcaklık Ölçümü İçin Standartlar: 42
1.16.3.1 Sıcaklık Ölçüm İşlemleri 43
1.16.3.2 Sıcaklığa Etki Eden Diğer Faktörler..... 43

1.17 Katı ve Sıvıların Isısal Genleşmesi 43
1.18 Isı..... 45
1.18.1 Termodinamik Süreçlerde İş ve Isı 48
1.18.2 Isı Akışı..... 49
1.19 Isı Transferi Yöntemleri..... 55
1.20 Öğrencilere Isı Kavramı Nasıl Anlatılabilir? 57
1.21 Isı ve Sıcaklık Öğretimi 58
1.22 Öğrencilere Isı ve Sıcaklık Nasıl Öğretilmelidir? 58
1.23 Isı ve Sıcaklığın Öğretilmesinde Takip Edilecek Yöntem 59
2. KAYNAK ÖZETLERİ 60
3.1 Isı-Sıcaklık Kavram Yanılgılarının Tespit Edilmesiyle İlgili Çalışma73
3.2 Kavram Yanılgıları Nasıl Ölçülmektedir?..... 74
3.3 Örneklem 75
3.4 Ölçme Aracı..... 76
3.5 Madde Analizi Şekilleri 78
4.1 Test Sorularının Yorumlanması..... 79
4.2 Isı ve Sıcaklık Hakkında Öğrencilerin Düşünceleri..... 115
4.3 Isı ve Sıcaklık Öğretiminde Hangi Derecede Basitleştirme Yararlı?116
4.4 Isı ve Sıcaklık Öğretiminde Öğretmenlerin Yapması Gerekenler. .. 118
4.5 Isı ve Sıcaklıkla İlgili Önemli Kavram Yanılgıları..... 119
5. SONUÇLAR 123
6. KAYNAKLAR 127
ÖZGEÇMİŞ..... 138

ÖZET

LİSE VE DENGİ OKUL ÖĞRENCİLERİNİN ISI ve SICAKLIK ÖĞRENİMİNDE KARŞILAŞTIĞI KAVRAM YANILGILARI

Bu çalışmanın amacı, Afyonkarahisar'a bağlı Sandıklı ve Hocalar ilçelerindeki çeşitli liselerdeki öğrencilerin ısı-sıcaklık kavramlarının nasıl birbirinin yerine kullanıldıklarını belirlemek ve ısı-sıcaklık konularındaki algılama hatalarını analiz etmektir. Bu amaçla Sandıklı Anadolu Lisesi'nden 53, Sandıklı Lisesi'nden 67, Sandıklı İmam Hatip Lisesi'nden 26, ve Sandıklı Anadolu İmam Hatip Lisesi'nden 12 öğrencinin yanı sıra, yine Afyonkarahisar'a bağlı Hocalar ilçesinde bulunan Hocalar Çok Programlı Lisesi'nden 57 öğrenci olmak üzere, toplam 215 öğrenciye Kavram Yanılgı Belirleme Testi (KYBT) uygulanmıştır. Test çoktan seçmeli 25 sorudan oluşmuştur. Soru seçimi için geniş bir literatür taraması yapılmıştır. Bu okullar ve derslere giren öğretmenler farklı olduğu için, soruların objektif olması açısından çoğunlukla daha önceki yıllarda üniversite sınavlarında sorulmuş sorular seçilmiştir.Yanlış kavramlar öğrencilere verilen testlerden elde edilen sonuçlar kullanılarak belirlendi ve bu kavram yanılgılarının üstesinden gelmek için ne gibi yöntemlerin kullanılması gerektiği tartışıldı. Gruplardan toplanan cevap kağıtları MS Excel programı yardımıyla değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak, öğrencilerin ısı ve sıcaklık konularında büyük bir anlama yanılgısına sahip olduğu görülmüştür. Bazı öğrencilerin günlük konuşmalarında ısı yerine sıcaklık terimini kullanmaktadırlar. Yapılan araştırmalarda ısı ve sıcaklık kavram yanılgılarının liseden sonra üniversite eğitiminde bile üstesinden gelinemediği tespit edilmiştir.Onun için, bu kavram yanılgılarının üstesinden gelinebilmesi için sadece ilköğretim ve ortaöğretim öğretmenlerinin değil aynı zamanda üniversitelerdeki öğretim elemanlarının da bu konuya gayret göstermesi gerekmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: Kavram Yanılgıları, Öğrenme Zorlukları, Fizik Eğitimi, Fizik Müfredatı, Isı ve Sıcaklık, Termometre.

ABSTRACT

MISCONCEPTIONS IN HEAT AND TEMPERATURE AMONG HIGH SCHOOL STUDENTS

The aim of this study is to show how the students attending to different high schools in Afyon karahisar use the heat and temperature instead of each other and şs to analys their faults in perceiving the two words.For this purpose, a Misconceptions Determination Test (MCDT) was applied to totally 215 students who are 53, 67, 26, 12 and 57 of them from Sandıklı Anadolu High School , Sandıklı High School, Sandıklı İmam Hatip High School, Sandıklı Anadolu İmam Hatip High School and Hocalar Multiple Programme High School respectively.The test has been formed from 25 mutiple choice questions. A wide literature research has been carried out for he selection of questions.From the point of view to be objective about the questions which one used in this test these questions have been selected from among the questions asked in the previous university entering examinations.Misconceptions were determined using the results obtained from the tests given to students and what kind of methods to be used were discussed overcome these misconceptions.Answer sheets collected from all groups have been evaluated by means of MS Excel .

As a result, it has been seen that the students are in a misconceptions about heat and temperature. Some students use temperature terim instead of heat terim in their daily speeches. It was determined in many researches that misconceptions about heat and temperature have not been overcome even in university education after high school.Therefore, to be able to overcome this kind of misconceptions must show an afford these misconceptions, not only the theachers in primary and secondary schools but also university staffs.

KEYWORDS: Misconceptions, Students Difficulties, Physics Education, Physics Curriculum, Thermometer, Heat and Temperature.

TEŞEKKÜR

"Lise ve Dengi Okul Öğrencilerinin Isı ve Sıcaklık Öğreniminde Karşılaştığı Kavram Yanılgıları" adlı doktora tezi çalışmalarımın yürütülmesinde ve karşılaşılan problemlerin aşılmasında her türlü desteği esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Nuri ÖZEK'e sonsuz teşekkürlerimi arz ederim.

Tez çalışmamda yardımları sebebiyle değerli hocalarım Prof. Dr. Ali KÖKÇE'ye ve Prof. Dr. Ali Kemal YAKUT'a teşekkürlerimi arz ederim.

Tez Çalışmalarımda hazırlanan testlerin uygulanmasında yardımlarını esirgemeyen Sandıklı Anadolu Lisesi, Sandıklı Lisesi, Sandıklı İmam Hatip Lisesi, Sandıklı Anadolu İmam Hatip Lisesi ve Hocalar Çok Programlı Lisesi idarecilerine, fizik öğretmenlerine ve emeği geçen diğer personele teşekkür ederim.

Şu anda görev yaptığım Afyonkarahisar Aydın Doğan Bilim-Sanat Merkezi, daha önce görev yaptığım Afyonkarahisar Hocalar Çok Programlı Lisesindeki idarecilere, öğretmen arkadaşlarıma ve öğrencilerime teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım süresince yardımlarını gördüğüm SDÜ Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümünde görev yapan hocalarıma, oradaki arkadaşlarıma özellikle SDÜ Teknik Eğitim Fakültesinden Yrd. Doç. Dr. Mehmet UZUNKAVAK hocama da teşekkürü borç bilirim.

Son olarak, destek ve sevgileri için anneme, babama, kayınvalideme, kayınbabama, eşim Meral'e ve kızım Emine Sude'ye teşekkür ederim.

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. 1 Isı ve sıcaklığın yüksekliğe göre değişimi 42
Şekil 1. 2 Homojen bir metal plakanın ısıl genleşmesi..... 44
Şekil 1. 3 Soğuk..... 46
Şekil 1. 4 Ilık 46
Şekil 1. 5 Sıcak..... 47
Şekil 1. 6 Isı değişimi..... 47
Şekil 1.7 Sabit sıcaklık 48
Şekil 1. 8 Silindir içindeki bir gazın hacmi V'den V + dV olacak şekilde genişlerken, P basıncındaki gaz hareketli piston üzerinde bir iş yapar..... 49
Şekil 1. 9 Isı akışı 49
Şekil 1. 10 Kontrol döngüsü 50
Şekil 1. 11 Geri-iletim döngüsü 51
Şekil 1. 12 Negatif geri iletim 51
Şekil 1. 13 Isı akışı 53
Şekil 1. 14 Isı transferi metotları 55
Şekil 2. 1 Carlton'a göre ısı ve sıcaklığın planı..... 64
Şekil 2. 2 Homerton'un ısı ve sıcaklık ilişkisi 66
Şekil 3. 1 KYBT'**nde kullanılan MS Excel programının doğru, yanlış ve boş..... 77**
Şekil 3. 2 KYBT sorularının Excel programındaki madde analizi sayfası 78
Şekil 4. 1 Soru 1'e ait sonuçların grafikleri 80
Şekil 4. 2 Soru 2'ye ait sonuçların grafikleri 82
Şekil 4. 3 Birbirine tutturulmuş metal çubuk çiftleri 82
Şekil 4. 4 Soru 3'e ait sonuçların grafikleri 83
Şekil 4. 5 Kütle-Hacim Grafiği..... 84
Şekil 4. 6 Soru 4'e ait sonuçların grafikleri 85
Şekil 4. 7 Soru 5'e ait sonuçların grafikleri 86
Şekil 4. 8 Soru 6'ya ait sonuçların grafikleri 87
Şekil 4. 9 Soru 7'ye ait sonuçların grafikleri 88
Şekil 4. 10 Sıcaklık-Zaman Grafikleri..... 89
Şekil 4. 11 Soru 8'e ait sonuçların grafikleri 90
Şekil 4. 12 İçinde su ve su-x sıvısı karışımı bulunan kaplar..... 91
Şekil 4. 13 Soru 9'a ait sonuçların grafikleri 91
Şekil 4. 14 Soru 10'a ait Kütle-Hacim grafiği..... 92
Şekil 4. 15 Soru 10'a ait cevap şıklarının grafikleri..... 92
Şekil 4. 16 Soru 10'a ait sonuçların grafikleri 93
Şekil 4. 17 Üstü buz kaplı su birikintisi..... 94
Şekil 4. 18 Soru 11'e ait sonuçların grafikleri 95
Şekil 4. 19 Soru 12'ye ait sonuçların grafikleri 96
Şekil 4. 20 Soru 13'e ait sonuçların grafikleri 97
Şekil 4. 21 Soru 14'e ait sonuçların grafikleri 98
Şekil 4. 22 Soru 15'e ait sonuçların grafikleri 99
Şekil 4. 23 Soru 16'ya ait sonuçların grafikleri 101
Şekil 4. 24 X topu, Y ve Z halkaları..... 101
Şekil 4. 25 Soru 17'ye ait sonuçların grafikleri 102
Şekil 4. 26 Sıcaklıkları farklı iki katı cisim 103
Şekil 4. 27 Soru 18'e ait sonuçların grafikleri 103

Şekil 4. 28 Soru 19'a ait sıcaklık-ısı enerjisi grafiği 104
Şekil 4. 29 Soru 19'a ait sonuçların grafikleri 105
Şekil 4. 30 Soru 20'ye ait sıcaklık-zaman grafiği 106
Şekil 4. 31 Soru 20'ye ait sonuçların grafikleri 106
Şekil 4. 32 Su dolu kovanın dibine konulan ısıtıcı 107
Şekil 4. 33 Soru 21'e ait sonuçların grafikleri 108
Şekil 4. 34 X, Y ve Z metal çubukları ve ısıtıldıktan sonraki durumları 108
Şekil 4. 35 Soru 22'ye ait sonuçların grafikleri 109
Şekil 4. 36 Aynı maddeden yapılmış eşit sıcaklıktaki K, L ve M silindirleri 110
Şekil 4. 37 Soru 23'e ait sonuçların grafikleri 111
Şekil 4. 38 Soru 24'e ait sıcaklık-ısı enerjisi grafiği 112
Şekil 4. 39 Soru 24'e ait sonuçların grafikleri 112
Şekil 4. 40 Soru 25'e ait sonuçların grafikleri 113

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 3. 1 KYBT madde analizi tablolarının sütun başlıklarının açıklamaları 78
Tablo 4. 1 Soru 1'e ait değerlendirme sonuçları 80
Tablo 4. 2 Soru 2'ye ait değerlendirme sonuçları 81
Tablo 4. 3 Soru 3'e ait değerlendirme sonuçları 83
Tablo 4. 4 Soru 4'e ait değerlendirme sonuçları 84
Tablo 4. 5 Soru 5'e ait değerlendirme sonuçları 86
Tablo 4. 6 Soru 6'ya ait değerlendirme sonuçları 87
Tablo 4. 7 Soru 7'ye ait değerlendirme sonuçları 88
Tablo 4. 8 Soru 8'e ait değerlendirme sonuçları 90
Tablo 4. 9 Soru 9'a ait değerlendirme sonuçları 91
Tablo 4. 10 Soru 10'a ait değerlendirme sonuçları 93
Tablo 4. 11 Soru 11'e ait değerlendirme sonuçları 94
Tablo 4. 12 Soru 12'ye ait değerlendirme sonuçları 95
Tablo 4. 13 Soru 13'e ait değerlendirme sonuçları 97
Tablo 4. 14 Soru 14'e ait değerlendirme sonuçları 98
Tablo 4. 15 X, Y ve Z sıvılarının sıcaklık, kütle ve hacimleri 99
Tablo 4. 16 Soru 15'e ait değerlendirme sonuçları 99
Tablo 4. 17 Soru 16'ya ait değerlendirme sonuçları 100
Tablo 4. 18 Soru 17'ye ait değerlendirme sonuçları 102
Tablo 4. 19 Soru 18'e ait değerlendirme sonuçları 103
Tablo 4. 20 Soru 19'a ait değerlendirme sonuçları 105
Tablo 4. 21 Soru 20'ye ait değerlendirme sonuçları 106
Tablo 4. 22 Soru 21'e ait değerlendirme sonuçları 107
Tablo 4. 23 Soru 22'ye ait değerlendirme sonuçları 109
Tablo 4. 24 Soru 23'e ait değerlendirme sonuçları 111
Tablo 4. 25 Soru 24'e ait değerlendirme sonuçları 112
Tablo 4. 26 Soru 25'e ait değerlendirme sonuçları 113
Tablo 4. 27 Soruların şıklarını cevaplayan öğrencilerin sayısı ve yüzdeleri 121

1. GİRİŞ:

Gelişen teknolojilere uyum sağlamak, bilimi her alanda kullanmak ancak eğitimle sağlanabilir. Eğitim sayesinde toplumlar gelişir ve varlıklarını devam ettirirler. Günümüzde fen eğitiminin en önemli amaçlarından birisi fen konularından anlayabilen ve bunları günlük hayatta uygulayıp görebilen bireyler yetiştirmektir. Fen bilimleri doğa ve çevreyle ilişkili olduğundan bilimsel olarak doğa ve çevreye nasıl sahip çıkılacağı konusunda bilgiler sunar. Fen bilimcileri tarafından öğrencilere küçük yaşlardan itibaren doğa ve çevre bilinci verilmelidir. Öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları olaylarla doğa olaylarını doğru anlama ve doğru yorumlamanın önündeki engellerden biri de öğrencilerde yerleşmiş olan kavram yanılgılarıdır. Kavram yanılgısı, kavramın bilimsel tanımıyla öğrencinin kendi zihninde oluşturduğu tanımın birbiriyle uyumsuzluğudur. Kavram yanılgıları fen öğretiminde öğrenci ve öğretmenler için sıkıntı verici bir meseledir. Bu sorun, özellikle soyut yapısından dolayı, fizikte çok sık karşılaşılan bir durumdur. Öğrencilerde en çok karşılaşılan yanılgılardan biri de farklı iki kavramı aynıymış gibi algılamalarıdır. Bu alışılagelmiş kavram yanılgıları olarak bilinir. Bu yanılgılar öğrencilerin daha önce kazandıkları deneyimlerin içinde yer alır. Öğrenciler yaşadıkları dünyayı keşfetmeye başladıklarında, karşılaştıkları olayları kendi sahip oldukları bilgilerle açıklamaya çalışırlar. Öğrenciler, bu yöntemle kazandıkları bilgi ve becerilere yanlış karar verdiklerinden, bu bilgi ve becerilerinde kavram yanılgısı oluşur. Kavram yanılgısının oluşumunu incelediğimizde; bu yanılgıyı, bir kişinin bir kavramı anladığı şeklin, ortaklaşa kabul edilen bilimsel anlamından önemli derecede farklı kullanılması olarak tanımlamak mümkündür (Marioni, 1989; Tery vd., 1985; Riche, 2000; Stepans, 1996). Çoğu öğretmen, öğrencilerini temiz bir zihinsel yazı tahtası olarak düşünür ve bu boş tahtayı doldurmak için rol üstlenir. Bu yaklaşımdaki temel sorun, tahtaların boş olmadığı, aksine bazı önbilgiler ve sezgiler içerdiğidir. Öğrencilerin ön bilgilerinin ve sezgilerinin neler olduğuna, bunların bilimsel düşünce açısından ne derece tutarlı olduğuna karar verilmeden ve tutarsızlıklar giderilmeden yapılacak fen öğretiminde, öğretmen yeni ve etkin olan öğretim stratejilerini çok iyi bilse dahi, istenilen kavramsal değişikliğin sağlanabilmesi oldukça zor olmaktadır. Yani öğretmenler, öğrencilerin doğal dünyaya ait kavramlarını kolayca

değiştirebileceklerini kabul etmekle önemli bir hataya düşerler (Marioni, 1989; Tytler, 1998; Linder, 1993; Riche, 2000; Tao ve Gunstone, 1999; Wandersee vd., 1999). Öğrencilerin yanlış kavramalarına neden olan ön bilgileri bir çok araştırmacı farklı biçimde adlandırmıştır. Örneğin Novak "ön bilgiler", Driver ve Easley "alternatif kavramlar", Helm "kavram yanılgısı", Halloun ve Hestenes "genel duyu kavramları" başlıklarıyla ele aldılar. (Eryılmaz ve Tatlı, 1999). Sıralanan bu ifadeler ayrıntıda birbirlerinden farklı olmakla birlikte, bu çalışmada "kavram yanılgısı" terimi kullanılmıştır. Marioni (1989), Tery (1985), Riche (2000), fen eğitiminde yanlış kavramlar terimi, öğrencilerin bilimsel kavramlar hakkında bilimsel tanımlarla tutarlı olmayan fikirlere sahip olduklarını ifade etmişlerdir. Driver ve Easley (1978), Zietsman ve Hewson (1986) çalışmalarında ise öğrencilerin, yeni sunulan fen kavramları hakkında muhakeme yaparak bunlarla ilgili fen eğitimi deneyimlerinde akıl yürütebilmek için önceden varolan kavramları kullandıklarını belirtmişlerdir. Bu gibi ön kavramlar genelde bilimsel görüşlerden farklı olup öğrencilerin fen öğrenimlerini engelleyebilmektedir (Helm ve Novak, 1983). Bazı öğrencilerin yanlış kavramlarını değiştirmek oldukça zordur. Bu öğrenciler kapsamlı bir eğitime tabi tutulduktan sonra bile kendi yanlış kavramları doğrultusunda cevaplar vermeyi sürdürdükleri görülmektedir (Anderson ve Smith, 1987; Champagne vd., 1985). Bütün bu zorluklara rağmen öğrencilerin kavram yanılgılarını değiştirmek, kavramın bilimsel tanımının öğrenciler tarafından kabul görmesini sağlamak, fen eğitimcilerinin görevi olmalıdır.

Öğrencilerin derslere ne derece hazır olduklarının bilinmesi, sonraki kavramsal değişimlerinin izlenmesi ve yanılgılarının giderilmesi oldukça önemlidir. Öğrencilerin kavram yanılgılarını gidermek için üç önemli aşama vardır. Bunlardan birincisi, öğrencilerdeki kavram yanılgılarının tespit edilmesi, ikincisi bu yanılgıların giderilmesi için uygun materyaller geliştirilmesi, üçüncüsü ise geliştirilen bu materyallerin uygun strateji ve yöntemlerle uygulanarak kavram yanılgılarının giderilmeye çalışılmasıdır (Griffiths vd., 1988).

Tezin giriş bölümünden sonra, konu hakkında bilinmesi gereken ve çalışmaların dayandığı temelleri içeren genel bilgiler, ikinci bölümde yapılan benzer çalışmalar (kaynak özeti), üçüncü bölümde kullanılan materyal ve çalışmanın metodolojisi

verildi. Dördüncü bölümde mevcut çalışmadan elde edilen bulgular ile ilgili analiz sonuçları ve tartışmalar yer almaktadır. Son bölümde ise elde edilen sonuçlar kısaca verilmektedir.

1.1 Fizik Öğretiminin Amacı

Dünyamızda, son yıllarda her şey büyük bir hızla değişmektedir. Bu hızlı değişmenin, en önemli kaynağı da bilim ve teknolojideki gelişmelerdir. Bilim ve teknolojideki bu gelişmeler insan hayatını, her yönüyle derinden etkilemektedir. Hızlı nüfus artışı, sanayileşme, kentleşme ve değişen değer yargıları toplumda birçok kurumu etkilemektedir. Bu kurumlardan birisi olan eğitim kurumu da kendisini değişmelere ve gelişmelere uydurmak zorundadır. Orta öğretim kurumlarının özel amaçları, milli eğitim temel kanununda yer alan genel amaçlara ve milli eğitimin temel ilkelerine uygun olarak belirlenmiştir (Akay, C., 1990). Buna göre, orta öğretim ders programları ile öğrencilere hem genel kültür hem de iş hayatı ve mesleğe yönelik bilgiler verilmektedir.

Öğretmenin tanımı, görevi ve meslek eğitiminin niteliği kanunla belirlenmiş durumdadır. Öğretmen yetiştiren kurumlarda özel alan bilgisi derslerinin yanında, bunların nasıl öğretileceğini konu alan ve özel alan eğitimi ile pedagojik formasyon eğitimi arasında bir bağlantı kuran özel öğretim metotları (dersleri) yer almaktadır. Bunlardan birisi olan ‘Fizik Öğretimi’, fizik derslerinin kalıcı verimli ve etkili olarak öğretilmesini konu almaktadır.

Fen bilimleri içinde yeralan fizikteki bulgular, kanunlar ve sonuçların diğer bilim dallarında da kullanım alanı olduğundan temel bilimler olarak adlandırılmaktadır. Fen bilimleri dersleri, temel bir ders olup öğretimin her kademesindeki programlarda yer almaktadır.

Diğer bilimlerde olduğu gibi fen bilimlerindeki ilkeler, kanunlar, metotlar da sağlam ve güvenilirdir. Fen bilimleri özellikle denel çalışmalarda inceleme, araştırma ve gözleme dayalı metotlarıyla akılcı, gerçeği araştırıcı, kolaya indirgeyici bir düşüncenin oluşumuna ve bilgi üreten metotları kazandırarak kendine güvenebilen olgun bir şahsiyetin gelişmesine katkıda bulunmaktadır. Temel bilimlerdeki

matematik bütün bilim dalları ile, fizik ise uygulamalı fen bilimlerinin pek çoğu ile iç içedir. Fizik, bilim olarak maddenin temel yapısını araştırmaktadır. Bunun için bilimsel inceleme ve araştırma metotları geliştirilmekte, bu metotlar ile de diğer bilimler etkilenerek onların da gelişmelerine katkıda bulunmaktadır. Günümüzde teknolojinin gelişimi fiziğin gelişimi olarak bilinmektedir. Çevremizdeki basit veya karmaşık araç ve gereçlerin çoğu fizik kuralları ile çalışmaktadır. Ayrıca fizik; elektronik, haberleşme, nükleer enerji, güneş enerjisi vb. alanlarda da etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

1.2 Fizik Eğitiminde Öğretim Yöntemleri

Fiziğin bir doğa bilimi olması sebebiyle fizik derslerinin ana öğretim yöntemlerinin gözlem, deney veya laboratuar yöntemleri olması gerekir. Ancak çeşitli etkenler yüzünden mevcut çevre şartları, araç-gereç ve öğretmen durumuna göre başka yöntemler de kullanılır. Bazı yerlerde bütün imkânları mevcut, bütün araç-gereçleri tam olan büyük laboratuarlar bulunurken, bazı yerlerde sadece fen dolabı, bazı yerlerde hiçbir araç-gereç yoktur. Fiziğin her konusuna uygun gelecek, her öğretmen tarafından ustalıkla kullanılabilecek ve öğrencilerin bütün konuları en iyi bir şekilde öğrenebilecekleri bir yöntem yoktur. Ancak işlenecek dersin konusunun ve amacının belirlenmesinden sonra mevcut şartlar içinde imkânlar ölçüsünde bir yöntem geliştirilebilir. İyi bir öğretmen, çeşitli öğretim yöntemlerini bilen, mevcut imkânları yerinde kullanabilen ve yapabileceğinin en iyisini yapabilen öğretmendir.

1.2.1 Gözlem Yöntemi

Gözlem yöntemi bir nesne, olgu ve olayın kendi ortamında, planlı ve amaca uygun olarak, gözle veya yardımcı araçlarla gözlenmesi, incelenmesi ve araştırılması olarak tanımlanmaktadır. Bu metotla, laboratuar şartlarında yapılamayan, tekrar meydana gelmesi hemen hemen mümkün olmayan olay ve durumlarda başvurulur. Bu yöntem; öğrencilerin doğrudan doğruya kalıcı bilgi ve beceriler kazanmasını ve soyut olarak öğrendiklerini somut olarak görmelerini sağladığı içine yararlı bir yöntemdir. Fakat bunun yanında gözlem öncesi hazırlık yapılması, gözlem yapılacak yere gidilmesi ve yapılacak gözlemin uzun sürmesi gibi nedenlerden dolayı zaman alıcı bir yöntemdir. Okul dışına çıkıldıktan sonra öğrencilerin tamamen kontrol edilememesi, bazen

ortaya çıkabilecek izin problemi gibi nedenlerden dolayı bu yöntem, öğretmenler tarafından fazlaca kullanılmamaktadır. Oysa fizik derslerinde, zihin gelişmeleri için gözlem yöntemine ihtiyaç vardır. Çünkü gözlem yöntemi hem göze hem kulağa hitap eden, ilk elden bilgi sağlayan etkin bir öğretim metodudur. Aslında fizik öğretiminde, doğal olarak gerçek eşya ve olaylara dayalı somut bir öğretim metodu olan gözlem yönteminden, doğa ve çevre koşulları imkân verdiğince faydalanılmalıdır.

1.2.2 Deney Yöntemi

Deney yöntemi, öğretilmek istenen olayların, olguların, bunların etkilerinin veya ilişkilerinin ayrı bir ortamda, sınıfta veya laboratuarlarda çeşitli özel araç ve gereçlerle planlı ve programlı bir çalışma düzeni içinde, yapay olarak yapılan öğretim yöntemidir. Bu yöntem özellikle fizik, kimya, biyoloji gibi fen derslerinin temel öğretim metodudur. Bu yöntem, evrende ve çevremizde olan olayların, olguların ve hareketlerin ilişkilerini ve kurallarını ortaya koyarak bilgi üretilmesi, varsayımların ve teorilerin doğrulanmasında hızlı bir şekilde gelişen bilim ve teknolojik değişimlerin çevreye uyum sağlaması açısından, fen bilimlerinde çok faydalı ve gerekli bir yöntemdir. Yeni üretilen araç ve gereçlerin kullanma becerilerinin kazanılmasında, deney yöntemini daha sık ve daha dikkatli kullanmak gerekmektedir. Deney yöntemiyle öğrenciler kendi kendilerine bir şeyler öğrenirler, bir şeyler üreterek özgüvenlerini artırırlar ve el becerilerini geliştirirler. Bunu daha iyi tanımlayabilmek için; ‘‘Aç insanı doyurmak için ona balık vermek yerine, balık tutmayı öğretmek gerekir’’ sözüyle belirtebiliriz. Öğrenciye bilgi aktarmak, ona sürekli bir şeyler anlatmak yerine, ona bilgi üretmenin yollarını veren deney ve araştırma teknikleri kazandırmak eğitimde çağı yakalamanın, modern sosyo-teknolojik çevreye uyum sağlamanın da gereğidir. Deneyi yaparak öngörülen sonuçlara ulaşan öğrenciler, bilgi üretmenin zevkini tadacaklar ve bu yolla daha kalıcı bilgiler öğreneceklerdir. Her şeyin olduğu gibi, deney yönteminin de bazı dezavantajları vardır. Deney yönteminde öğretim için gerekli olan araç ve gereçler pahalıdır ve zamanla yenilenmesi gerekir. Gelişen teknoloji ile birlikte, yeni deneyler yapma ihtiyacı, yeni malzemelere olan ihtiyacı doğurmaktadır. Ayrıca değişen bu araç ve gereçlere uyum sağlayabilmeleri için öğretmenlerin sürekli hizmet içi

eğitimlere katılmasına gerek duyulmaktadır. Bunun yanında Milli Eğitim Bakanlığının başlattığı fakat daha tam anlamıyla yaygınlaşamayan ‘‘Bilgisayar Destekli Eğitim Projesi’’ ile bilgisayarlarda öğrenci deneylerinin benzerleştirilerek (simüle edilerek) ekranda yapay olarak oluşturulma çalışmaları yapılmaktadır. Deney yöntemi, öğretmenlerin sürekli yenilenmesini gerektirdiği ve maliyeti fazla olduğu için az gelişmiş, ekonomisi zayıf ülkelerde yeterince kullanılmamaktadır.

1.2.3 Demonstrasyon (Gösteri) Yöntemi

Göstererek öğretme yöntemi olan demonstrasyon, öğretmenin bir konuyu sınıfta veya laboratuarda öğrencilerin önünde, bir takım araç-gereçler kullanarak açıklaması veya göstermesidir. Fizik, esas itibariyle doğanın ve doğadaki oluşumların nasıl davrandığını inceleyen bir bilimdir. Bu durumda fizik derslerinde konuları işlerken, çevremizdeki oluşumların nasıl meydana geldiğini, nasıl davrandığını görmek ve göstermek gerekir. Bunun için en iyi yöntemler, gözlem, deney ve demonstrasyon yöntemleridir. Demonstrasyon yöntemi bir olayın nasıl gerçekleştiğini gösterebileceği gibi, bir işin nasıl yapılabileceğini de gösterir. Bu yöntem hem göze, hem kulağa hitap ettiği için özellikle fen bilimleri öğretiminde oldukça yararlı bir yöntemdir. Demonstrasyon yönteminin etkili olabilmesi için; demonstrasyon öncesi öğretmen öğrencileri bilgilendirmeli, izlemeye hazır hale getirmelidir ve kendisi de gösteri esnasında herhangi bir olumsuzlukla karşılaşmamak için bir deneme yapmalıdır. Ayrıca öğretmen; içinde bulundukları ortamdan, deney araç-gereçlerinden ve öğrencilerden kaynaklanabilecek olumsuzlukların giderilmesi için önlem almalıdır. Öğretmen, öğrencilerin öğrenmesi gereken yerleri açık bir şekilde göstermeli ve gerekirse gösteriyi tekrarlanmalıdır. Demonstrasyon sonunda öğrencilerin görüş ve düşünceleri alınmalı, akıllarında kalan şüpheler yok edilmelidir. En son olarakta öğretmen konuyu toparlayarak özetlemelidir.

Demonstrasyon yönteminin özellikle fizik ve diğer fen bilimleri derslerinin öğretiminde kullanılmasının büyük yararları vardır. Bu yolla kazandırılan bilgiler göze ve kulağa dayalı olduğu için daha kalıcı olmakta, öğretmen tarafından bizzat kullanılacağı için, pahalı ve tehlikeli deney araç-gereçlerinin öğrenciler tarafından kullanılmasından doğacak sakınca ve tehlikeler önlenmiş olmaktadır. Fizik derslerinin soyut kavramlar ve formüller dizisi şeklinde gerçekleşmesi yerine, yeri

geldikçe sık sık demonstrasyonlara başvurulması, derse olan ilgiyi arttıracak ve konuların daha etkili ve kalıcı olarak öğrenilmesini sağlayacaktır. Bunun yanında demonstrasyon yönteminin sakıncaları da vardır. Bu yöntemin kullanılmasında öğrenciler pasif, öğretmen ise aktif durumdadır. Ayrıca yöntemin başarılı olabilmesi için, öğretmenin gösteriyi hazırlama ve sunma alanında bilgi, beceri ve deneyim sahibi olması gerekmektedir.

1.2.4 Düz anlatım Yöntemi

Düz anlatım yöntemi, öğretmenin dersi mantıksal bir sıralama içinde sözel olarak anlatma biçimidir. Doğal olarak bu yöntemle işlenen derste öğretmen aktif, öğrenci ise tamamen pasif durumdadır. Bu yöntem eğitimciler tarafından beğenilmeyen ve tavsiye edilmeyen bir yöntemdir. Bu yöntem sayısal dersler özellikle de fizik derslerine uygun olmayan bir yöntemdir. Bir öğretmen masal anlatır gibi fizik dersi anlatamaz. Bir fizik öğretmeninin en iyi at koşturacağı yer laboratuar olmalıdır. Düz anlatım yöntemiyle işlenen bir fizik dersinde; öğrenciler, dikkatlerini uzun süre öğretmenin anlattıkları üzerinde toplayamazlar. Belli bir süre sonra öğrencilerin derse olan ilgileri azalır. Kısa zamanda çok bilgi verilmek isteneceği için öğrenciler bu bilgileri sindiremezler. Anlatılan bilgiler söze dayalı olduğu için kalıcı olmaz. Birçok olumsuz ve zararlı tarafları olmasına rağmen eğitimde en çok başvurulan yöntemlerden birisidir. Bütün bu olumsuzluklara rağmen, eğer fizik dersinin anlatımında kullanılacak ise; öğretmen ders saati boyunca sürekli konuşarak bilgi aktarmaya çalışmamalıdır, dersi önceden çok iyi planlayarak yeri geldiğince demonstrasyonlara başvurmalıdır, görsel-işitsel araçlarla verilmek istenen konu desteklenmelidir. Yazı tahtası ve tebeşir kullanılarak işlenen konular şematize edilmelidir. Dersin önemli kısımları gerekirse vurgulu bir şekilde tekrar anlatılmalıdır. Anlatılan konuların öğrenciler tarafından anlaşıldığından emin olmak ve derse olan ilgiyi sürekli artırmak için öğrencilere sık sık sorular sorulmalıdır. Konunun daha iyi anlaşılması ve problem çözerken nasıl kullanılacağını göstermek için bol miktarda örnek çözülmelidir. Fizik derslerinde düz anlatım yöntemine başvurulacağı zaman anlatılan konunun günlük hayattaki uygulamaları anlatılmalı aynı zamanda dersin geçmiş konularla bağlantısı yapılmalıdır. Öğretmen dersi

sıkıcılıktan kurtarmak için o konuyla ilgili bir bilim adamının hayat hikâyesini veya ele alınan olayın ilginç bir yönünü ya da bir fıkra anlatmalıdır.

1.2.5 Soru-Cevap Yöntemi

Soru-cevap yöntemi, ele alınan bir konunun öğretmen tarafından sorular sorulup, bu soruların öğrenciler tarafından cevaplandırılarak işlenmesine dayanan bir öğretim metodudur. Bu yöntemle, öğrenciler derse gelirken önceden konuya hazırlanıp gelirler. Öğretmenin sınıfa soracağı sorular, dilbilgisi kurallarına uygun olmalı; şaşırtıcı olmamalı kısa, açık ve istenileni net bir şekilde ifade etmelidir. Sorular öğrencilerin seviyelerine uygun kaliteli olmalıdır. Sorular, belli bir sıra takip edilerek öğrenciye verilmek istenen konularla bağlantılı olmalıdır. Sorular, öğrencileri düşünmeye, yasalar, prensipler ve formüllerle ilişki kurmaya teşvik etmelidir. Öğretmen tarafından hazırlanan sorular genel olarak iki grupta toplanabilir. Bunlardan birincisi, öğrenciyi tek bir noktaya doğru düşündüren yani cevabı tek olan sorulardır. Bu soruların tek bir cevabı vardır. Bu tip sorulara ″ kapalı uçlu sorular ’’ denilmektedir. İkinci gruba giren sorular ise öğrencileri değişik yönlere doğru düşündüren ve birçok cevabı olabilen sorulardır. Bu tip sorulara ‘‘açık uçlu sorular’’ denir. Bu tip sorular öğrenciyi geniş düşünmeye sevk eden daha öğretici sorulardır. Soru cevap yönteminde daha çok bu tip sorular kullanılmaktadır. Soru-cevap yöntemi, öğrenci cevaplarına dayandığı için bu yöntemle sınıftaki öğrencilerin bilgi düzeylerinin üstüne çıkılamaz. Bu yöntem öğrenciler konu hakkında yeterince bilgi sahibi olmadıkları zaman kullanılamaz. Ayrıca, sınıfta değişik bilgi ve zekâ düzeylerinde öğrenciler bulunduğundan, öğrencilerin hepsine birden hitap edebilecek soruların düzenlenmesi oldukça güçtür. Soru-cevap yöntemi; öğrencilerin dinleme, düşünme ve konuşma yeteneklerinin gelişmesi, öğrenmelerinin güdülenmesi, öğrencilerin belirli bir konudaki bilgi düzeylerinin belirlenmesi, önceki konuların tekrar edilmesi bakımından eğitim değeri olan bir yöntemdir. Eğer bir fizik dersi, soru-cevap yöntemiyle işlenmek istenirse, öğrencilere işlenecek konu önceden bildirilerek, öğrencilerin derse hazırlık yaparak gelmeleri sağlanmalıdır. Genelde fizik derslerinde bu yöntem bir yasa ya da kavram verildikten sonra bunların ne derece öğrenildiğinin yoklanmasında ve bunların pekiştirilmesinde kullanılabilir. Bir dersin sonunda; derste ele alınan konuların tekrar edilmesinde ve laboratuar

çalışmaları öncesinde öğrencilerin yapacakları deney hakkında hazırlıklı gelip gelmediklerinin denetlenmesinde bu yöntem kullanılır. Soru cevap yönteminde öğrencileri pasif durumdan kurtarmak için onların da soru sorarak derse katılmaları sağlanmalıdır.

Bu yöntemlerin üstün yönlerinin yanında bazı sakıncaları da bulunmaktadır. Bu yöntemler kullanılırken, yöntemin yapısında olan sınırlı veya yetersiz durumları en aza indirmek için gerekli önlemlerin alınması gerekir. İçinde bulunulan şartlar ve durumlara göre, en uygun olan yöntem kullanılmalıdır. Ülkemiz şartlarında kırsal yerlerde ve şehir merkezlerinde farklı yöntemler uygulanmalıdır. Bunlardan başka Programlı Öğretim Yöntemi, Keller Öğretim Yöntemi ve Ödevle Öğretim Yöntemi gibi değişik öğretim yöntemleri bulunmaktadır. Fakat bunlar ülkemizde yaygın değildir. Bunun yanında Milli Eğitim Bakanlığının ve çeşitli firmaların desteklediği projelerle Bilgisayar Destekli Öğretim ülkemizde yavaş yavaş yaygınlaşmaya başlamıştır.

1.2.6 Bilgisayar Destekli Öğretim

Teknolojideki gelişmelere paralel olarak özellikle bilgisayarlar; canlandırma, benzeşim gibi görsel ve işitsel materyaller geliştirmek amacıyla eğitim ortamlarında kullanılmaya başlanmış ve bunun sonucu olarak Bilgisayar Destekli Öğretim kavramı ortaya çıkmıştır. Bilgisayarlar kullanılarak, sınıf ortamında ders içeriklerini doğrudan sunma, başka yöntemlerle öğretilenleri tekrar etme, problem çözme, çeşitli alıştırmalar yapma gibi etkinliklerde öğretim aracı olarak faydalanılmasına Bilgisayar Destekli Öğretim (BDÖ) adı verilmektedir (Özmen, 2004; Yalın, 2002). BDÖ, bilgisayarın öğrenme ortamında öğretmene yardımcı bir araç olarak kullanıldığı, öğretim sürecini ve öğrenci motivasyonunu güçlendiren, öğrencinin kendi öğrenme hızına göre öğrenmesine olanak sunan, kendi kendine öğrenme bir başka deyişle interaktif öğrenme ilkelerinin bilgisayar teknolojisi ile birleştirilmesinden oluşmuş bir öğretim yöntemidir (Şahin ve Yıldırım, 1999). Harwood ve McMahon (1997). Anlaşılmasında güçlük çekilen kavramların öğretiminde ve anlamlı öğrenmenin gerçekleştirilmesinde, öğrencilerin görsel ve düşünsel yapılarını harekete geçirecek multimedya destekli öğretim etkinliklerinin geliştirilerek kullanılmasının öğrencilerin başarılarını olumlu yönde etkilediğini

belirtmektedirler. İlgili alanda yürütülen ulusal ve uluslararası birçok çalışmada da BDÖ'nün geleneksel öğretim yöntemleriyle gerçekleştirilen öğretime oranla daha başarılı olduğu vurgulanmaktadır (Ayvacı, Özsevgeç ve Aydın, 2004; Özmen ve Kolomuç, 2004; Yiğit ve Akdeniz, 2003; Chang, 2002; Jimoyiannis ve Komis, 2001; Hacker ve Sova, 1998; Yalçınalp, Geban ve Özkan, 1995).

BDÖ uygulamalarında bilgisayar destekli yazılımlardan yararlanarak, özellikle soyut kavramlarla ilgili simülasyonların ve öğrencilerin interaktif olarak öğrenme sürecine katılımlarına olanak sağlayan animasyonların kullanılması, öğrencilerin anlamakta güçlük çektikleri kavramları zihinlerinde daha kolay yapılandırmaları sağlanabilmektedir. Ancak, simülasyon uygulamalarında bazı parametrelerin değiştirilip sonuçlarının hemen görülmesinin animasyonlara göre daha avantajlı olduğu da bilinmektedir (Demirci, 2003). Bu bağlamda, doğru hazırlanmış simülasyonlar ve simülasyon tabanlı alıştırmalar genelde öğrenicinin gerçek reaksiyonlarını kolayca açığa vurmasını sağlayarak öğrenmenin hızını artırır (URL-1, 2005). İşman vd., (2002)'e göre ise öğrencilere sunulan karmaşık bilgiler, teknoloji yardımıyla sadeleştirilmekte, öğrencilerin yaparak, yaşayarak öğrenmelerine imkân sağlanmaktadır. Örneğin hayati tehlikesi olan deneyler, simülasyonlar yardımıyla bilgisayar ortamında hazırlanarak öğrencilerin deney düzeneklerini görmeleri ve deneyi kendilerinin yapmaları ve sonuçları gözlemleyerek öğrenmeleri sağlanmaktadır" şeklindeki ifadeleri simülasyonla gerçekleştirilecek BDÖ'yü destekler niteliktedir. Bunlara ek olarak simülasyonların, öğrencilerin yapılması zor ya da mümkün olmayan deneyleri, sistemi aktif olarak kullanarak yapabilmelerini sağlamasının yanında parasal, zaman, güvenlik ve motivasyon gibi yönlerden de avantaj sağladığı bilinmektedir (Rodrigues, 1997; Tekdal, 2002). Simülasyon modelleri çalışma sistemlerine göre genel olarak statik ve dinamik olmak üzere iki grupta toplanmaktadır. Statik sistemlerin en belirgin özelliği, zamandan bağımsız olmalarıdır. Diğer taraftan değişkenlerin zamanın bir fonksiyonu olarak değiştiği dinamik sistemler, çoğunlukla birinci dereceden diferansiyel denklemlerle ifade edilip geçmişe ait değerler, sistemin gelecekteki davranışını belirlemede önemli rol oynar (Ramsden, 2002).

BDÖ'nün fen öğretimine uygulanması, özellikle fen derslerinin içeriği göz önünde bulundurulursa oldukça elverişlidir. Bunun nedeni, bilimsel kavram ve prensiplerin bu derslerde oldukça fazla olması, ders yazılımları hazırlanırken uygun öğretim teknikleri kullanıp bu kavramların öğrenciye görsel olarak aktarılabilmesi, BDÖ etkinliklerinin anlaşılması güç olan konu ve kavramlarının öğretilmesini kolaylaştırması, soyut kavramların somutlaştırılmasını sağlaması ve öğrencilerde bireysel öğrenmeye imkân kazandırmasıdır (Geban ve Demircioğlu, 1996). Simülasyonların fen öğretiminde kullanılmalarına yönelik birçok çalışmalar yürütüldüğü literatürde belirtilmektedir (Rodrigues, 1997). İlgili araştırmalar bilgisayar destekli öğretim yönteminin fen derslerinde öğrencinin ilgisini arttırmada diğer yöntemlere göre daha etkili olduğunu göstermiştir (Geban, vd., 1992; Hounshell, ve Hill, 1989). Bu konuya yönelik olarak Ailleo ve Wolfe (1980) BDÖ'nün, kimya başarısına %52, biyoloji başarısına %36 ve fizik başarısına %23 olmak üzere öğrenci başarısına ortalama %42 oranında olumlu etki ettiğini tespit etmişlerdir.

1.3 Fizik Öğretimindeki Müfredat Programının Amaçları

Günümüzde temel eğitimden, üniversitelere kadar bütün eğitim kurumlarında yeniden yapılanmadan söz edilmektedir. İlköğretim ve orta öğretimde bu yapılanma yavaş yavaş uygulamaya konulmaktadır. Aslında bunun anlamı, eğitim kurumlarının çağdaş uygarlık seviyesi ve şartları ile dengelenmesi demektir. Böyle bir dengelenme bilimsel yaklaşımlarla olur. Toplumun dinamik olması için, eğitim programlarının dinamik olması gerekmektedir. Eğitim programları, yalnızca okulda düzenli çalışmayı değil, aynı zamanda toplumda yaşama ve öğrenme şartlarını geliştirmeyi de amaç edinir. Bu nedenle eğitim programları, bir taraftan toplumun problemleri ve gereksinimleri, diğer taraftan da çocukların ve gençlerin sorunları, ilgileri, istekleri ve ihtiyaçları göz önünde bulundurularak geliştirilmelidir (Özat, Y., 1997). Ülkelerin gelişmesinde fen bilimleri son derece önemlidir yani bilimin gelişmesi toplumun gelişmesi demektir. Gerçekten günümüzde bütün kültürler ve sosyal hayat fen bilimlerinden ve onun uygulamalarından açıkça etkilenmektedir (Fansham, P. J., 1986).

Fen bilimlerindeki yeni icatlar ve keşifler toplumların gelişmesi ve refah seviyesinin yükselmesi için bir güçtür (Colleltta, A. T. ve Chiapetta, E. L., 1989). Bu yüzden fen bilimlerindeki eğitimin kalitesini arttırmak için büyük çabalar sarf edilmektedir. Çabaların çoğu eğitim programlarının iyileştirilmesi ve iyileştirilen programları etkili bir şekilde yürütecek imkânları okullara sağlanması ve uygun öğretim metotlarının geliştirilmesi üzerine yoğunlaşmıştır.

Fen bilimleri eğitiminde, en büyük gelişme II. Dünya savaşından sonra yaşanmıştır. Rusya'nın 1957'de ilk uyduyu uzaya göndermesi, öncelikle ABD'yi, ardından İngiltere ve diğer gelişmiş batılı ülkeleri harekete geçirmiştir. Teknolojik yarışta geri kalmak istemeyen ülkeler, çareyi yeni ve çağdaş fen bilimleri müfredatının, geliştirilmesinde görmüşlerdir. Bilim adamlarının projelerinin desteklenmesi ile kısa zamanda çok sayıda yeni fen bilimleri programları geliştirilmiştir. Bu programların genel ilkesi, yeni nesilleri araştırmacı bir ruhla yetiştirmektir. Bugün dünyadaki teknolojik gelişmeler, bu akım sayesinde üst seviyelere ulaşmıştır (Ingle, R. B., ve Ranaweera, A. M., 1984).

Gelişmekte olan ülkeler, bu yarışa daha ziyade batıda geliştirilen fen programlarını, tercüme yolu ile uyarlayarak katılmışlardır. Çünkü program geliştirme, hem pahalı, hem zaman alıcı ve hem de yetişmiş eleman gerektiren bir iştir. Bir programın amacı ise kavrama ve uygulamaya yönelik, sürekli ve canlı, öğrenci merkezli, sadece konu başlıklarını değil, uygulamaya yönelik çalışmaları da içermeli ve aynı zamanda değişebilmeli ve günün şartlarına uygun olmalıdır. Bu şekilde düzenlenen bir programla yetiştirilen öğrenci fizikte başarılı olabilir, fiziğin belirli bir alanında çalışma yapabilir ve topluma yararlı olabilir. Bunun gerçekleştirilmesi için öğretmenlere ve program geliştiricilere büyük görevler düşmektedir.

1.4 Öğretmenlerin Fizik Öğretimi ve Müfredatı ile ilgili Düşünceleri

Öğrenciler, ön yargılı bilimsel gerçeklere zıt birçok farklı fikirlerle derse gelirler (Driver ve Erickson 1983; Gilbert ve Watts 1983). Gerçekte böyle farklı fikirler de, müfredat programında bulunmaktadır. Öğretmenlik sanatının en önemli noktalarından birisi öğrencilerin böyle fikirlerini ortaya çıkararak bu fikirleri eğitim camiasında diğer öğretmenlerle birlikte paylaşmaktır. Günümüzde kullanılan ve

bilimsel olarak geçerliliği kabul edilmiş bilgilerin, öğrencilerin ileri sürdüğü fikirlerden daha yararlı olduğuna öğretmen öğrencilerini ikna etmelidir. Fakat bu belirtilen, sözde basit, pratikte çok karmaşık bir olaydır. Öğrencilerin derste ileri sürdükleri fikirler geniş bir şekilde incelendiğinde fikirlerinin çoğunun ön yargılı ve önsezili olduğu görülmektedir. Öğretmenlerin ise öğrencilere bilgiyi öğretmekten ziyade, bilgileri sadece onlara aktardıkları belirlenmiştir (Fox, 1983). Öğretmenin asıl görevi, öğrencilerin kafasındaki yanlış fikirleri doğru bilimsel anlayışla değiştirmektir. Hiçbir öğrencinin bu seviyedeki bir anlayışa ulaşması beklenemez. Fizikçilerin çoğu ders konularını öğrencilerin seviyesine indirgeyemez. Okuldaki öğretmenlerin bilgi seviyesi kendi uzmanlık alanında dâhi ve belirleyici olan bir bilim adamının bilgi ve anlayışı seviyesinde değildir. Bu yüzden okulların müfredatları, öğrencilerin daha kolay anlayabilmesi için bilimin çok basitleştirilmiş şeklini sunmaktadır.

Gilbert ve arkadaşları (1982) öğretmenlerin; müfredat programının anlamını öğrencilerine açıklamaya çalışmışlar ve öğrencilerinin bilimsel bir fikir edinmeleri sağlamışlardır. Öğrenciye uygun basitleştirilmiş, anlaşılabilir bir seviyeyi tutturmak öğretmenin kabiliyetine bağlıdır. Öğretmen, öğrencilerin öğrenebilmeleri için mümkün olduğunca konuların anlatım sürelerini ayarlamak zorundadır. Açıkça belirtmek gerekirse bu çok zor bir iştir. Bunu sağlamak için öğretmenin üç temel özelliği göz önünde bulundurması gerekmektedir. Bunlar :

a) Müfredat programının bilimsel içeriği
b) Öğrencilerin konuyu en iyi ve en kolay nasıl öğreneceği
c) Öğrencinin bilgi düzeyidir.

Öğretmenler derslerdeki teorik kavramlarla ilgili bilgileri öğrencilere vermek zorundadır. Sadece uygulamalara değil, geliştirilen yöntemlere kendi fikirlerini de katarak yeni yöntemler için teşviklerde bulunmalıdır. Öğretmen fiziksel olayları keşfetmek ve sonucu bilinen değerleri göstermektense; deneyleri, gözlemleri ve hipotezleri test etmelidir (Karplus, R., 1980). Thornton (1987), öğrencilerin kendi hareketlerini, ivmelerini, hızını, gerçek-zaman ölçümündeki bir boyutlu kinematikleri öğrenmeleri için mikro işlemciler kullanmıştır. Müfredata göre

öğrencilerin kendi geliştirdikleri teknikler, araştırdıkları bilgiler, oluşturdukları hayaller yeni keşiflere yol göstermiştir. Örneğin, öğrenci bir cismin hareketini gösteren konum-zaman grafiğinden hareketin çeşidini tahmin edebilir. Öğrenciler deneyler yaparak elde edilen sonuçlar yardımıyla problemin çözümünü tartışabilir duruma getirilebilir.

Bugün dünyada eğitimin amacı, teorikte öğrencinin ihtiyaçlarını karşılamaktır fakat pratikte bu mümkün değildir. Öğrencilerin farklı yaklaşımları kazanabilmeleri için metotların iyi bir şekilde belirlenmesi gerekir. Bu metotlar fiziğin giriş içeriğini öğretmek için etkin bir yöntem olabilir. Fakat bu, öğrencilere yapıcı bir düşünce kazandırmaz.

1.5 Fizik Müfredatıyla İlgili Öneriler

Fizik dersi müfredat programının amaçları, içeriği, öğrenme-öğretme süreçleri ve değerlendirme boyutu tespit edilirken, toplumun ve öğrencinin ihtiyaçları göz önünde bulundurulmalıdır. Programın gerçekçi, uygulanabilir ve geçerli olması buna bağlıdır. Programın yeniden değerlendirilmesi halinde bu araştırma sonuçlarından yararlanarak şu temel önerilerde bulunulabilir:

Amaçların gerçekleştirilebilir nitelikte olması için sınıf düzeylerine uygun özel amaçlar belirlenmelidir. Hazırlanacak programlar, günümüz şartlarına uygun olmalı, yeni ihtiyaçları karşılayabilmeli ve öğrencilerimizin severek, isteyerek katılabilecekleri bir seviyede olmalıdır. Hazırlanacak programlar teknolojik ve bilimsel yenilikleri içeren, öğrencinin kendisini yetiştirmesini sağlayan özellikte programlar olmalıdır. Fizik dersinin uygulamaya dönük anlatımı için ders plan ve programları yeni teknolojik gelişmelere paralel ve sık sık yeniden düzenlenmelidir. Fizik dersi müfredat programının anlaşılması ve verimli bir şekilde uygulanması için öğretmenlere hizmet içi eğitim kursları verilmelidir. Fizik ile ilgili bilgisayar programları hazırlanmalı, öğretmen kılavuz kitabı yazılmalı, konuların daha kalıcı ve zevkli bir şekilde öğretimi için fotokopi makinesi, tepegöz, slâyt, video v.b. araçlar sağlanmalıdır.

Fizik ile ilgili kaynak araç-gereçler için çeşitli kurum ve kuruluşlarla işbirliğine gidilmeli ve onların desteği sağlanmalıdır. (Yabancı ülkelerde mesela; İngiltere'de bazı okullar tamamen özel şirketler tarafından finans edilip, burada yetiştirilen öğrencilerin çoğu bu şirketler tarafından istihdam edilmektedir.)

Tobin, K. ve Gallaher, J. J., (1987) fizik dersine öğrenci katılımı olmadan öğrencilerin konuyu tam anlamıyla öğrenemeyecekleriyle ilgili çalışmalar yapmışlardır. Bekar, S., (1996) ve Bağcı, N., (1999) öğrenmede deney metodunun daha başarılı bir metot olduğunu birçok çalışmalarla göstermişlerdir. Araştırmacılara göre fizik dersi laboratuarlarda işlenmeli ve deneylerle kalıcı eğitim-öğretim sağlanmalıdır. Ayrıca deney metodunun öğretmenler ve öğrenciler tarafından benimsenmesi için üniversiteye giriş sınavlarında deneylere dayalı sorular sorulmalıdır. Fizik dersi için müfredat programları doğrultusunda öğrencilerin severek, isteyerek okuyacakları ders kitapları hazırlanmalı ve hazırlatılmalıdır. Fizik ile ilgili yazılı yayınlar, gazete, kitap ve dergiler öğrencilere tanıtılıp, onların bu kaynakları tarayarak fizik konularını takip etmeleri sağlanmalı ve bu sayede fiziğe ilgisi olan öğrenciler branşlaşmaya yönlendirilmelidir.

Program geliştirme önemli olduğundan, Milli Eğitim Bakanlığı merkez örgütünde yürütme yetkisine sahip olanlar ile Milli Eğitim Müdürlükleri ile okullardaki öğretmenlerin, eğitim araştırmaları yapıp yayınlayan kurumlarla sürekli ilişki halinde olması gerekir. Bu ilişki karşılıklı bir alışveriş ve faydalanma şeklinde düşünülmelidir. Ayrıca başarılı öğretmenlerin program geliştirme çalışmalarına katılmaları sağlanmalıdır.

1.6 Öğrencilere Göre Fizik Bilimi

Fizik hakkında öğrencilerin yorumlarına ilave olarak, fiziğin içerikleri hakkında öğrencilerin ne düşündüklerinin tespiti de çok önemlidir. Birçok zorluk, fiziğin ne olduğu ve nasıl bir yaklaşım sergilendiği hakkındaki genel kavram yanılgılarından kaynaklanmaktadır. Fiziğin formüllerden oluştuğu inancından dolayı problem çözümünde kullanılan formüllerin uygulama tablosu hazırlanabilir. Öğretimdeki kapalı müfredat programının tanımı, öğrencilerin öğrenmeleri üzerindeki istenmeyen etkilerini gösteren oldukça uzun bir konudur (Snyder, B. R., 1971). Wertheimer

(1982), öğretimdeki talim ve uygulama metodunun tehlikeli yönleriyle ilgilenmiş ve öğrencilerin bunlardan oldukça etkilendikleri görüşüne varmıştır. Perry (1970), kolej öğrencileriyle öğretim yaklaşımlarının geliştirilmesi hakkında çalışmıştır. Mutlak doğruları sağlamak için öğrencilerin öğretmenlerinden beklentileri ve bazı noktalardaki kişisel isteklerini adım adım tarif etmiştir. Daha sonraları Schoenfeld(1988), lise matematik sınıflarında, matematiğin gelişimi ve öğretim stilleri hakkındaki verimsiz inanışların listesini incelemiştir. Di Sesso (1985), sezgisel bakış adını verdiği fizik eğitimine yeni başlamış iki fizik öğrencisini karşılaştırmıştır. Bunlardan bir tanesi fiziğin içeriği hakkındaki düşünceleri açıkça ifade edip doğru sonuçlar çıkarmış; diğeri ise materyaller hakkında vurgu yapmıştır.

Yapılan bir araştırmada iki öğrenci gözlemlenip şu üç soruya cevap bulunmaya çalışılmıştır. Bunlar;

l-Öğrenciler fiziğin hangi genel kavramlarına sahiptirler?
2-Bu kavramlar, anlamalarına ve başarılarına nasıl etki eder?
3-Bu kavramlar derslerdeki öğretimi nasıl etkiler?

Sonuçta, öğrencilerden bir tanesi için genel kavramlarının etkisi, fizik öğrenmede birbirinden bağımsız parçalar kümesi ve günlük tecrübelerinden elde ettiği fizik deneyimlerinden farklıdır. Diğer öğrenci başarılı olduğu zaman sezgisel bilgileriyle birlikte dersten anladığı parçalı bilgileri bir araya getirip toparlayabilir. Bu öğrencinin bir kaç hafta başarılı olamadığı gözlenmiştir.

Hem derslerden, hem de tavsiye niteliğindeki sorulardan ve kendi kendine öğrenilen yanlış kavramların tekrarlanışından veya oluşumundan kaynaklanan her bir öğrencinin problem çözme kabiliyetine etki eden farklı kavramlar olduğu görülmüştür.

1.7 Fizik Öğretimindeki Başlıca Sorunlar ve Çözümleri

Hızla değişen bilim ve teknoloji sonucunda var olan içerik artmaktadır. Bu içeriğin tamamının öğrencilere kazandırılması imkânsızdır. Bu nedenle var olan içeriğin toplumun amaçlarına ve bireyin yeterliliğine uygun olan kısmı seçilmesi bir gereklilik olmuştur. Seçilen bu içeriğin bu kısmının, öğrencilere etkili ve verimli

şekilde kazandırılması için belli plan ve programlar dâhilinde hareket edilmesi gerekir. Bu yüzden okullarımızda yapılan eğitim faaliyetleri; eğitim, öğretim ve ders programı doğrultusunda yürütülür.

Klasik bir öğretmen sınıfta ilk önce konuyu anlatır, daha sonra soru-cevap şeklinde anlaşılmayan yerleri anlatır, en sonunda ise problem çözümüne geçer. Bu yöntem ülkemizde kullanılırlığı % 100'e yakındır. Bu yöntemde öğrenci daha pasif durumda kalmaktadır. Öğrenciyi daha aktif duruma getirecek; tartışma, laboratuar çalışması, grup çalışması, ödevlendirme gibi yöntemler çok düşük bir oranda kullanılmaktadır. Bunun yanında değişen üniversite sınav sistemi sonrası öğrencilerin en çok şikâyet ettikleri konulardan bir tanesi müfredat programlarıyla ilgilidir. Öğrenciler üniversite sınavında soru sorulmayacak konuların işlenmemesini istemektedirler. Öğretmenler de Tebliğler Dergilerinde belirtilen konuları ders planına almak ve işlemek zorunda olduklarını ancak bu konuları yüzeysel olarak anlattıklarını belirttiler. Gerçi alınan son karara göre ÖSS sınavlarında bundan sonra lise müfredatındaki bütün konulardan soru sorulacaktır. Ayrıca fizik kitaplarındaki konu anlatımını hem öğretmenler hem de öğrenciler beğenmemektedirler. Öğrenciler fizik müfredat ve programlarını akılcı ve gerçekçi bulmamaktadırlar. Bazı lise öğretmenleri, konuları mümkün olduğunca basitleştirip, öğrencilere bol not verdikleri de görülmüştür.. Buna rağmen öğrencilerdeki fizik dersine karşı oluşan ön yargı ve hoşnutsuzluğu gideremektedirler. Bunun pek çok sebepleri vardır. Öğrenciler fizik derslerini; formül fazlalığı olan, çok fazla matematiksel işlem ve kavramı bulunan, gereksiz bir ders olarak görmektedirler. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun matematiği anlamadıkları ve sevmediklerinden dolayı fizik derslerini de sevmedikleri gözlemlenmiştir. Çünkü matematik ile fizik arasında çok yakından bir ilişki vardır. Matematik alt yapısının zayıf olması öğrencileri sayısal derslere karşı daha başlangıçta başarısız duruma düşürmekte ve öğrencileri bu derslerden soğutmaktadır. İlköğretim fen dersleri fizik derslerinin alt yapısını oluşturmaktadır. Kırsal kesimlerde fen derslerinin boş geçmesi ya da branş dışı öğretmenlerin girmesi sonucu öğrencileri fen bilimlerine karşı ilgisiz ve alakasız yapmaktadır. Bu devrede öğrencinin ilgisini çekecek, onları derslerin yanında diğer fen bilimlerini de öğrenmeye teşvik edecek çalışmalar yapılması orta öğretim fizik derslerine de faydası olacaktır. Öğrenciler daha önce karşılaştıkları, çevrelerinden duydukları ve

bilgi aldıkları insanların yanlış yönlendirmeleri sonucunda fizik derslerine karşı şartlı ve ön yargılı olmaktadırlar. Fizik dersini sevdirebilmek için fizik derslerinin günlük hayatla bağlantıları kurulmalı teknoloji alanındaki gelişmelerde fiziğin inkâr edilemez ve vazgeçilemez yanları anlatılmalıdır. Bunun dışında dersi sevdirebilmek, derste verimi artırabilmek için; bilgisayar, televizyon, video, tepegöz ve slayt makinesi ile ders anlatmanın öğrenciyi görsel açıdan tatmin edecek teknolojik araçlardan yaralanmak gerekir. Aynı zamanda fizik dersleri öğrenci merkezli olarak laboratuarlarda yapılmalıdır. Küçük yerleşim bölgelerindeki ilköğretim okullarında laboratuarların olmaması nedeniyle bir okula tam donanımlı laboratuar kurularak bütün öğrencilerin ve o yöredeki bütün okulların kullanımına açılmalıdır.

1.8 Öğrencilerin Fizik Derslerinde Başarısız Olmalarının Sebepleri.

Ülkemizde öğrenci başarısının ölçülmesi yerel ve merkezî olmak üzere iki başlık altında irdelenebilir. Bunlardan birisi, öğrencilerin formal eğitim aldıkları okullarda öğretmenleri tarafından yapılan genel değerlendirmeler ve diğeri yerel değerlendirmeler sonucunda başarıya ulaşmış olan öğrencilerin merkezi ÖSS sınavıyla yapılan değerlendirilmeleridir. Genellikle ülkemizde liselerde başarı denilince akla ÖSS sınavlarındaki başarı gelmektedir.

Öğrencilerin fizik dersinden başarısız olmalarının birçok sebepleri bulunmaktadır. Bunların başında öğrencilere fizik derslerinin sevdirilemeyişi, fizik derslerinin cazip ve eğlenceli hale getirilemeyişi, fizik konularının sıkıcı sayısal işlemler ve formüller topluluğundan ibaret olan bir ders gibi anlatılabilması akla ilk gelenleridir. Bunların yanında fizik konularının, öğrenciler tarafından sevilmediği veya zor olarak algılandığı bilinmektedir. Bunun bir sonucu olarak da OKS (Ortaöğretim Kurumlar Sınavı) ve ÖSS fizik sorularındaki öğrenci başarıları oldukça düşüktür. Bu durum öğretmenlerin değerlendirme yaparken bilişsel düzey basamakları veya formal operasyon döneminin özelliklerine uygun olarak soru sormamalarından kaynaklanabilir. Öğrenciler liselerde fizik derslerinden başarılı olsalar bile, sınavlarda zihinsel yeteneklerini geliştirebilecek sorularla çok fazla karşılaşmamaları nedeniyle (Çepni, S., ve Azar, A., 1999) ÖSS de başarılı olma şansları oldukça azalmaktadır (Anton, E. L., Floyd, H., 1977). Bu yüzden sınavlara hazırlanmada dershaneler eğitim sistemimizin vazgeçilmez bir parçası olmaktadır.

Fizik öğretiminde kullanılan ölçme değerlendirme teknikleriyle bilgi ve kavrama gibi düşük seviyeli bilişsel hedefler ölçülmekte, analiz, sentez ve değerlendirme gibi yüksek seviyeli hedeflerin ise ölçülemediği vurgulanılmaktadır (Kavcar, vd., 1999). Piaget'e göre fen müfredatları öğrencilerin gelişim seviyeleriyle bağdaştırılarak öğretilmeli ve ölçme-değerlendirme de buna bağlı olarak yapılmalıdır (Anton,E. L., 1982; Rowell, J. A., ve Hoffmann, P. J., 1975). ÖSS sınavına giren öğrenci, Piaget'in sıralamasının en ileri seviyesi olan formal (soyut) dönem içerisinde yer alması gerekir. Bu dönemdeki öğrenciler bilim adamlarının sahip olduğu bilimsel süreç becerilerini sergileyecek düzeydedirler (Rodger, vd., 1990 George, vd., 1980). Formal operasyon dönemi özellikleri bilişsel gelişim basamaklarından uygulama, analiz, sentez ve değerlendirmeyle ilişkilendirilmiştir (Hosseini, J., 1993). Ayrıca, hem bilişsel gelişimde hem de zihinsel gelişim kuramında bir sıralama söz konusudur. Bu yüzden öğrenci, bir dönemin özelliklerini göstermeden daha üst döneme geçememektedir (Çepni, vd., 2001).

Bilişsel gelişim evrelerinin öğretmenler tarafından bilinmesi öğrencilerin okuldaki fen başarılarının belirlenmesinde büyük rol oynayacağından, bütün öğretmenlerin zihinsel gelişim evreleri ve her evrenin sahip olduğu özellikleri bilmesi gerekir (Anton, E. L., 1982; Steve, S., ve Daniel, W. B., 1975). Okullarda öğrencilerin bulundukları seviyelere göre yapılan değerlendirmeler, onların gerçek zihinsel becerilerini ve buna bağlı olarak da gerçek başarılarını ortaya çıkaracaktır. Bu yolla yapılan değerlendirmelerden elde edilen sonuçlar yardımıyla öğrencilerin ÖSS sınavında gösterebileceği maksimum veya minimum başarı performansı tahmin edilmiş olacaktır. Bununla birlikte öğretmenler, zihinsel gelişim özelliklerine uygun değerlendirme yapamayan birçok başarılı öğrencisinin ÖSS sınavında başarısız olduğunu gözlemlemişlerdir. Liselerdeki fizik sorularının seviyesinin düşük, belleğe dayalı ve işlemsel başarıyı ölçmesi, öğrencilerin ÖSS fizik başarı ortalamalarının düşük olma sebeplerinden biri olarak gösterilebilir. Üniversite eğitimi için, sadece temel kavramları bilmek yeterli ve gereklidir. ÖSS'deki değerlendirme, müfredat mantığıyla değil, düşünce ölçütlerine göre yapılmalıdır. Normal olarak herkesin bilmesi gereken bilgilere dayanarak, yani asgari bilgi çerçevesinde, öğrencinin aklını beynini nasıl kullanabildiğini ölçmeliyiz. Çünkü öğrencinin yarınlarını o yeteneği belirleyecektir. ÖSS'de kafası yüklü olanları değil, kafası güçlü olanları seçmeliyiz.

Özellikli zeki öğrenciler aşırı yüklemelerden ve bunaltıcı egzersiz çözümlerinin hamallığından hoşlanmazlar. Sorular hazırlanırken öğrencilerin beyinleriyle tahlil edip bir bütün olarak şekillendirebilecekleri sorular hazırlanmalıdır. ÖSS'de sorulan sorular, liselerde sorulan sorulara oranla formal operasyon dönemine göre daha uygun olduğu tespit edilmiştir. ÖSS'de sorulan sorular hazırlanırken uzmanların bilişsel basamakları daha fazla dikkate aldıkları söylenebilir. Bu durum öğrencilerin orta öğretim boyunca elde etmiş oldukları başarı puanlarının onların gerçek başarılarını yansıtamayacağı hipotezini ortaya çıkarmaktadır. Üniversite sınavlarında sorulan sorular genellikle yorum yapma, problem çözme ve analiz etmeye dayalı zihinsel beceriler gerektirdiğinden, öğrencilerin bu becerilere uygun eğitim sürecinden geçmeleri gerekmektedir. Bunun yanında öğretmenlere hizmet içi eğitim kursları ile formal dönemin özellikleri, basamakları ve bu dönemin özelliklerine uygun nasıl soru hazırlanacağı ve tespit edileceği anlatılmalıdır.

1.9 Erkek ve Kız Öğrencilerin Fizik Anlayışı Farklı mıdır?

Fizik eğitiminde, belirgin olarak erkek ve kız öğrencilerin anlama kabiliyetleri farklıdır. Erkek öğrenciler testlerde ve fizik öğreniminde kız öğrencilerden daha başarılıdırlar (Mullis vd., 1998). Sosyal ve dil bilimi ile ilgili davranışlar dikkate alındığında, fizik konularını kavramada erkek ve kız öğrenciler birbirlerinden farklı fikirlere sahiptirler (Hoffmann vd., 1998). Kız öğrenciler günlük hayatta kullanılan kavramlarla ilişki kurarken, erkek öğrenciler, öğrenilen fizik kavramlarıyla ilgili olan fizik konuları arasında ilişki kurabiliyorlar.

Cinsiyet farklılıkları üzerine yapılan bir araştırmada, fizik dersleri açısından kız ve erkek öğrencilerin birbirinden farklı oldukları gözlenmiştir (Kahle, J. B. ve Mecce, J. 1994). Aynı zamanda kız öğrencilerin fizik öğrenimine ilgili oldukları hakkında çalışmalar da yapılmıştır. Sonuçta onların öğrenim sonuçları hayatın şartları ile uygunluk göstermektedir. Yapılan bir çalışmada, birbirleriyle etkileşimleri üst düzeyde olan eşit sayıda kız ve erkek öğrenci grubu için bütün sınıf aktiviteleri ve grup çalışmaları video kamera ile kaydedilmiş gruptaki kız öğrenciler erkek öğrencilerden daha yüksek not almışlardır. Bu bulgular, eğitim araştırmacıları için iyi bilinmesine rağmen eğitim çevreleri tarafından üzerinde fazla durulmamıştır.

Sosyal davranışları, çalışma metotları ve kullandıkları dil dikkate alındığında kız ve erkek öğrenciler arasında belirgin farklılıklar vardır (Gilligan, C., 1982). Bu farklılıklar daha sonraki yapılacak olan çalışmalar için bir ön hazırlık olabilir. Bunun yanında kız ve erkek öğrencilerin sözel ve sosyal anlatımları ile fizik anlatımları arasında farklılıklar öne çıkabilir.

1.9.1 Fizik Öğreniminde Öğrencilerin Yaklaşımlarını Etkileyen Nedenler

Driver (1983) bir çalışmasında öğrencilerin, deneyleri o günkü bilimsel görüş ve fikirlerine göre değerlendirdiklerini tespit etmiştir. Bu araştırma sınıflardaki uygulamada, temel ilkelerin ne anlama geldiğini açıklamakta yetersiz kalmaktadır. Burada öğrenciler, kendi fikirlerini destekletmek isteyen bazı fikirlerin kendilerine uygun olmadığını belirterek, uygulamada bilim adamlarını haklı çıkarmaktadır (Colins ve Pinch, 1993). Öğretmenlerin bütün gayretlerine rağmen, bazı öğrencilerin kendi alternatif fikirlerine bağlı kaldıkları (ya da en azından daha sonra kendi fikirlerine geri döndükleri) görülmüştür. Bunun sebebi; yeni düşünce yollarının kabul edilmesinin karmaşık ve yavaş olmasıdır. Fakat öğrenciler yeni fikirlerin kendi alternatif fikirlerinden daha çok kullanışlı ve anlam ifade ettiğini anladıklarında zamanla bu yeni fikirleri kullanmaya başlayacaklardır (Taber, K. S., 2000b).

Öğrencilerin farklı fikirler arasında gidip gelmelerinin sebepleri; fikirlerin birbiriyle uyuştuğunun görülmesi, geniş ve değişik açılardan problemin ele alınması, fikirlerin diğer bilim dallarındaki bilgilerle uyuşmasıdır. Yeni fikirlerin değerlerinin anlaşılarak geniş bir şekilde sentezlenmesi çok zaman alacağından, kavram değişikliği yavaş bir işlemdir ve bu ayrıca geniş bir bilinçaltı gerektirmektedir. Öğrenciler yeni fikirlerin bilim adamları gibi kesin ve sonucu belli bilgiler olmasını isterler. Buradan anlaşıldığı gibi öğrenciler, yeni bilimsel fikirlerin hangi referans ve kriterlere göre tartıldıklarının farkında değillerdir. Öğrencilerin fikirlerinin (teorilerin) mantıksal olarak tutarlı olmaları beklenir ve birçok fizikçi bunun çok önemli bir kriter olduğuna inanarak öğrencilerini bu kriterleri kullanmaya teşvik etmektedirler.

Öğretmenler fizik dersi müfredat programını; genel bilgiler açısından ve genel amaçlar açısından kısmen yeterli bulmaktadırlar. Lise 1 fizik dersi müfredat

programını özel amaçlar, davranışlar, öğretim metotları, değerlendirme ve süre açısından kısmen yeterli; araç-gereçler açısından yetersiz bulmuşlardır. Bu yüzden öğretmenler fizik dersi müfredat programı için yapılan önerilere katılmaktadırlar.

Sonuç olarak;

i) Öğrencide gerçekleştireceği davranışlar,
ii) Fizik dersinde öğretilecek konular,
iii) Fizik dersinde uygulanacak öğrenme-öğretme süreçleri,
iv) Fizik dersinde öğretilenlerin değerlendirilmesinin yeniden ele alınması önem taşımaktadır(Koca, S., 1999).

1.9.2 Fizik Derslerinde Öğrenciler Sorulara Nasıl Cevap Verirler?

Erkek öğrencilerin kendi aralarında ve öğretmenler arasındaki konuşma baskınlığı kız öğrencilerden daha fazladır. Kız ve erkek öğrenciler arasındaki bu durum araştırmalarda elde edilen sonuçlardır (Kelly, A., 1988). Araştırma sonuçları bizim sınıflarımız için de geçerlidir. Geçerli geniş bir yoklama, kız ve erkek öğrenciler arasındaki farklılıkları ortaya koymaktadır.

Öğretmen ile öğrencilerin karşılıklı konuşmalarında, öğretmen tarafından sorulan cevabı bilinen soruları genellikle erkekler cevaplandırırken, kız öğrenciler cevabı belli olmayan soruları daha çok cevaplamaya çalışırlar. Öğretmen cevabı belli olan sorular için öğrencilerden makul ve mantıklı cevaplar beklemektedir. Eğer öğretmen, öğrencilerden farklı cevaplar alırsa sorunun cevabına en yakın olan bir tanesini seçebilir. Cevabı belli olmayan sorular, günlük hayatta kullanılan sorulara daha çok benzemektedir. Bu soruların cevaplandırılmasının birkaç yolu vardır ve sonuçları tartışmalıdır. Erkek öğrenciler yarım cümlelerle veya sadece sözlü olarak sık sık sorulan soruları cevaplandırmada kızlardan daha başarılıdır. Erkek öğrenciler fizikteki teknik terimleri çok önceden kullanmaya başlamalarına rağmen kız öğrenciler bunun aksine teknik terimleri kullanmadan, günlük konuşma diliyle uzun cümleler kullanarak sorulan soruları cevaplandırmışlardır. Soruları cevaplandırmadaki bu farklılıklar, önemli bir sonuç gibi görünmektedir. Kız öğrencilerin fikirlerini anlamak, öğretmenlerin uzun zamanını alır. Erkek öğrencilerin tercihleri öğretmenler için geniş çaplı yorum yapabilme imkanı verir.

Öğretmenler, erkek öğrencilerin vermiş oldukları cevapları daha ciddiye almaktadırlar. Yapılan çalışmalara göre kız öğrencilerin fizikte kendi özgüvenlerini sınırlandırdıkları gözlemlenmiştir (Baumert, J., vd,).

1.9.3 Kızların ve Erkeklerin Deney Çalışmalarındaki Davranışları

Yapılan araştırmalarda kız ve erkek öğrenciler karışık grup halindeki deneyler esnasında, aktif olarak çalışmalara katılmışlardır. Erkek öğrenciler gösteri ve konuşma bölümlerinde, kız öğrenciler ise sonuçların yazılmasında ve bulguların özetlenmesinde aktif rol almışlardır (Anderson, C. W., vd, 1997).

Grup çalışmalarında erkek öğrenciler baskın hale gelebilmek için genellikle daha az konuşurlar, talimatlara uyarlar, çalışma yöntemlerini adım adım kontrol ederler, açıklamaları ve cevapları kendileri hazırlarlar. " Onu unut." veya "Onun hakkında düşün" gibi talimatları ve hatırlatmaları hemen anında kullanırlar. Bunların tam tersi olarak kız öğrenciler, çalışmaların içeriğiyle ilgili sorulara itiraz ederler, gözlemledikleri olaylar hakkında şüphe gösterirler, tartışmalarda bu şüphelerini gidermeye çalışırlar. Yapılması gereken şartları ve talimatları erkeklerden daha az uygularlar.

Erkek öğrenciler problemlere tutarlı, makul ve mantıklı çözümler bulmaya çalışırlar. Yani problemi çözerken yüksek sesle düşünürler ve grubun diğer üyelerinin de çözüme katılmalarını sağlarlar. Kız öğrenciler ise erkek öğrencilerin aksine daha çok kişisel olarak düşünürler.

Yapılan çalışmalarda, kız öğrencilerin günlük konuşma dilini erkek öğrencilerden daha uzun süre kullandıkları belirlenmiştir. Yapılan araştırmalarda eğer fizik terimleri çok erkenden kullanılmaya başlanırsa, terimlerin anlaşılması çok zor olmaktadır (Wagenschein, M., 1970). Bulgulara göre, kız öğrenciler küçük gruplara ayrılarak fizik terimleri hakkında fikirleri öğrenilmeye çalışılmış, bu öğrencilerin fikirlerini kısmi olarak yazarak öğrendikleri gözlenmiştir. Genellikle erkek öğrenciler soyut terimlerle başlarken, kız öğrenciler ise kendi hisleri ve bedensel hareketleriyle başlamayı tercih etmişlerdir. Erkek öğrenciler olağan olarak günlük konuşma dilini kullanırken kendi kendilerine ve çevrelerine işaret ederek ''burada, şimdi, ben, sen''

gibi kelimeleri kullanmışlardır. Sonuçta, erkek öğrenciler daha baskın olurken, kız öğrenciler grup arkadaşları ile etkinliklere daha çok katılmışlardır. Erkek öğrenciler iletişim yollarını daha etkin kullanarak çalışmalarda baskın hale gelmişlerdir.

1.9.4 Kız ve Erkek Öğrencilerin Fizik ile İlgili Farklı Fikirleri.

Geniş ve kapsamlı bir açıklama yapılıncaya kadar herhangi bir kavramı kız öğrenciler yeterince anlayamıyorlar. Bir bütün olarak ele alındığında öğrenciler dünya ile fizik sistemleri arasındaki ilişkiyi kısmen anlayabiliyorlar. Kız öğrencilerinin algılamaları günlük konuşma dili ile fizik sistemleri arasında iken, erkek öğrencilerin algılamaları, fizik ve teknolojiyi de içine alacak şekildedir. Bu daha çok fiziğin kendi içindeki tutarlılığıyla ilgilidir. Kız öğrenciler ana hatlarıyla dış tutarlılıklara dikkat çekerken erkek öğrenciler birbiriyle bağlantılı fizik terimlerindeki formüllerin görüntüsüne gerek duymuyor gibi görünüyorlar. Bu farklılıklar diğer çalışmalardaki bulgularla uyumludur. Kız öğrenciler günlük deneyimlerinden vazgeçmeden bütünleyici düşünceleri tercih etmeye meyillidirler (Helga vd., 2000).

Başka bir açıdan farklılıklara bakılırsa öğrenciler "niçin" sorusunu sorarak kısmen olayların sebeplerini öğrenmek istemişler, fakat fizik sadece "nasıl" sorusuna cevap verebilmektedir. Fizik bir sistemi açıklarken yöntemin "nasıl" gelişeceğini ve devam edeceğini önceden tahmin etmeyi gerektirir (Kubli, F., 1987).

Erkek öğrencilerden birinin grup içinde öne çıkmasında fizik bilgisi önemlidir. Çünkü fizik, teknolojiye katkılarından dolayı geleceğin mesleği olarak düşünülürken aynı zamanda önemli bir alandır. Kız öğrenciler okullarında fizik eğitimine başlamadan önce bu alanlardaki meslekleri kabul etmiyorlardı (Koballa, Th. R. Jr., 1995). Fakat kız öğrencilerin kavrama bilgileri ve istekleri erkek öğrencilerin anlama arzularından daha ileridir. Onlar fizik sistemlerinin açıklanmasıyla yetinmeyip, daha kapsamlı bir yolla yorumlanmasını talep etmektedirler. Kız öğrenciler, kişisel kıyaslamalar ve insan davranışlarını kullanmaya erkeklerden daha meyillidirler.

1.10 Kavram Yanılgısı Ne Demektir?

Kavram yanılgısı, kavramın bilimsel tanımıyla öğrencinin kendi zihninde oluşturduğu tanımın birbiriyle uyumsuzluğudur. Öğrencilerde en çok karşılaşılan yanılgılardan biri de farklı iki kavramı aynıymış gibi algılamalarıdır. Kavram yanılgısının oluşumunu incelediğimizde; bu yanılgıyı, bir kişinin bir kavramı anladığı şeklin, ortaklaşa kabul edilen bilimsel anlamından önemli derecede farklı kullanılması olarak tanımlamak mümkündür (Marioni, 1989; Tery vd., 1985; Riche, 2000; Stepans, 1996).). Öğrencilerin yanlış kavramalarına neden olan ön bilgileri bir çok araştırmacı farklı biçimde adlandırmıştır. Örneğin Novak "ön bilgiler", Driver ve Easley "alternatif kavramlar", Helm "kavram yanılgısı", Halloun ve Hestenes "genel duyu kavramları" başlıklarıyla ele aldılar. (Eryılmaz ve Tatlı, 1999). Sıralanan bu ifadeler ayrıntıda birbirlerinden farklı olmakla birlikte, bu çalışmada "kavram yanılgısı" terimi kullanılmıştır. Marioni (1989), Tery (1985), Riche (2000), fen eğitiminde yanlış kavramlar terimi, öğrencilerin bilimsel kavramlar hakkında bilimsel tanımlarla tutarlı olmayan fikirlere sahip olduklarını ifade etmişlerdir.

Bilimsel hata ile kavram yanılgısı birbirine karıştırılmamalıdır. Bilimsellikten uzak olan her şey kavram yanılgısı değildir. Öğrenci ısıyı bilimsellikten uzak bir şekilde tanımlıyorsa, bu öğrencide ısı ile ilgili kavram yanılgısı vardır denemez. Bu tanımı; kavram kargaşası, bilimsel hata veya kavram yanılgısı sonucu yapmış olabilir. Öğrenci söylediği ile yüzleştirildiği zaman yaptığı bilimsellikten uzak açıklamayı fark edip ardından doğrusunu söylüyorsa bu durumda öğrenci bilimsel hata yapmıştır. Ancak, öğrenci yaptığı yanlış ısı tanımının doğruluğunda ısrar ediyor ve bunu savunuyor ise bu durumda öğrenicide ısı konusunda kavram yanılgısı vardır diyebiliriz.

1.11 Fizik Öğretiminde Basitleştirmenin Yol Açtığı Kavram Yanılgıları

Eğer bütün eğitim psikolojisini, bir kurala indirgemek gerekirse, öğrenmede en etkili faktör; öğrencinin şu an ne bildiğidir. Bunlar araştırılıp ortaya çıkarılırsa, buna göre öğrenciye gerekenler verilebilir. Bir konuda hiçbir şey bilmemek, kavram yanılgısına sahip olmaktan çok daha iyidir

Öğrenciler için oldukça zor fizik kavramları bulunmaktadır. En alt seviyeden, en üst seviyeye kadar iyi bir fen eğitimi verebilmek için; bilimsel konularla birlikte konunun özünü anlatırken öğrencilerin de seviyesine inilmelidir. Konuların ayrıntıları ele alınırken öğrencinin seviyesi göz önünde bulundurularak karar verilmelidir. Burada, basitleştirmenin gerekli olduğu fakat işlem yapılırken konunun mantıksal yapısından taviz verildiği görüşü ortaya çıkabilir. Yapılan tavsiyelerde fizik eğitiminde ısı ve sıcaklık konusunda böyle bir noktaya varıldığı görülmüştür. Herhangi bir konunun öğretiminde ve özellikle giriş seviyesinde, konunun basitleştirilerek öğretilmesi öğretimin genel bir metodudur. Carlton (2000) ısı hakkında öğrencilere bir şeyler anlatıldığı zaman; birçok öğrencinin karşılaştığı güçlükleri gördü. Temel seviyede hangi konuların önemli olduğunu belirterek bu seviyede verilmesi gerekenleri ortaya koymuştur. Bazı karmaşık konuların öğrencilerin anlama zorluğundan dolayı daha sonraki zamanlara bırakılması gerektiğini belirtmiştir (Carlton, K., 2000). Öğretmen, öğrencilerin anlayabileceği konuları, müfredat programının genişliğiyle orantılı olarak, dengeli bir şekilde anlatmalıdır.

Öğrencinin, planlanmış eğitim programlarında hayati parça gibi kabul edilen bilimsel konulardan neler öğrendiğinin bilinmesi, eğitimsel bir araştırma için önemli ve uyarıcı noktadır. Piaget(1971)'in görüşleri başlangıç noktası olarak kabul edildiğinde bu, hem fen eğitiminde hem de diğer alanlarda gelişim açısından önemlidir. Mantıklı sebep ve sonuçlara dayanan araştırmalar önemli ve eğitimsel uygulamalar açısından yararlıdır. Bir başka durum ise, öğrencilerin son zamanlarda dikkatli bir şekilde derslerden çok fazla bir şey almadıkları, bunun yanında kendi görüşleri ve inandıkları şeylerden sınıfa neler getirdikleri belirlenmelidir. Piaget(1971) tarafından işleme dayalı matematik ile mantık matematiği bilgileri arasındaki zıtlık, benzer şekilde fiziksel bilgiler ile deneysel bilgiler arasında da belirgin olarak ortaya konulmuştur.

1.12 Kavram Yanılgılarının Genel Özellikleri

Çocuklar dünyayı kendi deneyimleri ile tanıyarak, zihinlerinde gerçek bilimsel düşüncelerden farklı bir düşünce süreci oluştururlar. Bu düşünce sürecindeki nesnelere ve olaylara ait kavramlara "yanlış kavramlar" adı verilir. Öğrencilerin

üniversiteye gelinceye kadar öğrendikleri bazı konular hakkındaki kavram yanılgılarının tespiti, bu yanılgıları ortadan kaldırmak için önemlidir. Bu yanılgıları ortadan kaldırabilmek için teknolojiden yararlanmak faydalı olabilir. Büyükkasap, E. (1998) bilgisayar destekli fen öğretiminin kavram yanılgıları üzerine olumlu etkisi olduğunu belirtmiştir.

1. Öğrenciler derse, çoğunluğu doğal olaylara dayalı olmak üzere, çok sayıda ve çeşitli kavram yanılgısına sahip olarak gelirler. Öğrenciler bu kavramları karşılaştıkları olayları bilimsel yaklaşımdan farklı bir tarzda açıklamakta kullanırlar. Öğrenciler kendi aralarında herhangi bir doğal olay hakkında çok sayıda farklı görüşe de sahip olabilirler.

2. Kavram yanılgıları yaş, yetenek, cinsiyet ve kültürel geçmişten bağımsızmış gibi görünmektedir. Bunlar inatçı bir şekilde öğrencilerin zihninde kalır ve genellikle de geleneksel öğretim yolu ile değiştirilemez. Öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgıları, çoğu kez, eski bilim adamlarının ve filozofların kavramları ile paralellik gösterir.

3. Kavramsal değişim sağlamak üzere tasarlanan öğretim stratejileri uygulandığında üç temel sonuç ortaya çıkmıştır: *i.*) Bilimsel çevrelerin görüşü ile uyuşan kavramların oluşumunu kolaylaştırmada başarı sağlanmaktadır, ancak, *ii*.) öğretim süresince gelişen farklı olaylar her zaman beklenen bilişsel değişimleri sağlayamamaktadır ve son olarak, *iii*.) öğrenciler testteki sorulara doğru cevap vermiş olsa dahi çoğu kez sahip oldukları kavram yanılgılarını sürdürmektedirler.

4. Bilimsel kavramlar anlatılırken, çoğu kez, öğrencilerin bunları hemen anladıkları düşünülür. Ancak, öğretim süresince öğrencilerin kavram yanılgıları sunulan bilimsel kavramlarla, tahmin edilemeyecek kadar büyük ölçüde etkileşerek istenmeyen olumsuz sonuçlar doğurabilir.

5. Öğrenciler aynı anda birbirleriyle çelişkili kavramlara sahip olabilir. Bu kavramlardan bazıları fen derslerini sürdürmekte ve sorulan soruları cevaplamakta kullanılırken diğerleri okul dışında yaşanılan olayları açıklamakta kullanılır.

6. Yıllarca fen dersi almış olmalarına rağmen birçok yetişkin ve fen öğretmeni öğrenciyken sahip oldukları kavram yanılgılarını sürdürebilmektedir.

7. Kavram yanılgıları her bir öğrencinin geçmişteki karmaşık kişisel deneyimine dayanmaktadır. Bu deneyimler; dünyayı gözlemlemek, kişisel kültür ve kullandıkları dil olabileceği gibi televizyon yoluyla öğrenme ve okulda alınan fen dersi öğretimi de olabilir. Her bireyin kendine özgü bir geçmişi vardır, dolayısıyla ile diğer öğrencilerden farklı kavram yanılgılarına sahip olabilir(Güneş, B., 2003).

1.13 Kavram Yanılgılarının Çeşitleri

Çocuklar büyüklerinden "hava ısınıyor." ve "hava soğuyor." gibi ifadeleri duyarak büyürler. Büyüklerinden duydukları ile kendi zihinsel modellerini oluştururlar. Okul çağına gelmeden önce aynı ortamdaki tahtanın betondan daha sıcak olduğunu düşünürler. Yıllarca bu düşüncelerle büyüyen çocuklar, okul çağına geldiklerinde, öğretmenlerinden her ikisinin de aynı ortamda bulunduğundan dolayı sıcaklıklarının eşit olması gerektiğini duyarlar. Her ikisinin de sıcaklıklarının eşit olduğu fikrini zihinlerine yerleştirmek istemiş olsalar da sanki tahtanın betondan daha sıcak olduğunu düşünürler. Bu kavram yanılgısından kolay kolay kurtulamazlar. Kavram yanılgıları genel olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılırlar.

1.13.1 Ön yargılı Fikirler:

Ön yargılı fikirler günlük deneyimlere dayalı yaygın kavramlardır. Örneğin, çoğu insan soğuk havalarda çok üşüdükleri için buzun hiç ısısı yokmuş gibi düşünürler. Böceklerin ve hayvanların yedikleri mantarların zehirli olmadıklarına inanırlar. halbuki insan metabolizmasıyla, hayvan metabolizması farklıdır. Bu günlük yaşantıda karşılaşılan olaylardan çıkarılan ön yargılı bir düşüncedir. Öğrencilerde özellikle ısı, enerji ve yerçekimi gibi konularda ön yargılı fikirler çok yaygındır.

1.13.2 Bilimsel Olmayan İnançlar:

Öğrencilerin, efsanevi olaylar gibi, bilimsel eğitim dışındaki kaynaklardan öğrendikleri bilgilerdir. Bu bilgilerden bazıları bilimsel bilgilerle çelişebilir ve öğrencilerde kavram yanılgısına neden olur. Bazı bölgelerde yeni doğan bebeklerin soğuk sularda yıkandıkları için hiç üşüme hissetmedikleri gibi.

1.13.3 Kavramsal Yanlış Anlamalar:

Öğrenciler ısı ve sıcaklık hakkında da birçok sezgisel fikirlere sahiptir ve zamanla bu fikirlere dayanan tecrübeler daha da artmaktadır (Clough, E., Driver, R., 1985; Erickson, G., Tiberghien, A., 1985; Erickson, G. L., 1979; Rogan, J. H., 1988; Tiberghien, A., 1980). Öğretilen bilimsel bilgiler, öğrencilerin ön yargılı ve bilimsel olmayan inanışları nedeniyle çatışmaya yol açar. Fakat başlangıçta bunun farkına varamazlar. Fark ettiklerinde ise kavramsal yanılgılar ortaya çıkar. Öğrenciler, bunun farkına vardıklarında, bu çelişki ve çatışmalarla başa çıkmak için yanlış zihinsel modeller oluştururlar ve bilimsel kavramlara karşı şüphe ile yaklaşırlar.

1.13.4 Konuşma Dilinden Kaynaklanan Kavram Yanılgıları:

Öğrenciler her gün; isim, fiil, zarf ve sıfat olarak ısıyı konuşma dilinde sık sık kullanmaktadırlar ve bu çoklu kullanım karışıklığa sebebiyet vermektedir. (Erickson G., Tiberghien, A., 1985; Romer, R. H., 2001; Tiberghien, A., 1980). Bir kelimenin bilimsel kullanımı ile günlük hayattaki kullanımının farklı olması durumunda ortaya çıkar. Örneğin "kuvvet" kelimesi günlük hayatta güce, iradeye karşılık gelirken fizikte "kuvvet, bir cisme etkiyen kuvvet" anlamında kullanılmaktadır. Günlük hayatta durmakta olan bir otomobili hareket ettirmek için kuvvet uygulayan ve yorulan bir kişi "İş yapmaktan yoruldum." diyebilir, ancak otomobili hareket ettiremediği sürece fiziksel anlamda iş yapmış olmaz. Bu iki farklı kullanım öğrencilerde iş kavramının anlaşılmasında engel oluşturmaktadır. "Önümüzdeki günlerde havanın ısısı 3 ^{o}C ile 7 ^{o}C arasında artacakmış.", "Bebek çok hastaydı. Vücut ısısı 41 ^{o}C'yi bulmuş." ve "Odanın ısısını termometre 23 ^{o}C gösteriyor." gibi cümleler günlük hayatta sıkça kullanılan cümlelerdir. Bu tür cümleler bilimsel olarak yanlış cümlelerdir. Bunların doğru şekilleri ise: "Önümüzdeki günlerde havanın sıcaklığı 3 ^{o}C ile 7 ^{o}C arasında artacakmış.", "Bebek çok hastaydı. Vücut sıcaklığı 41 ^{o}C'yi bulmuş." ve "Odanın sıcaklığını termometre 23 ^{o}C gösteriyor."şeklinde olmalıdır.

1.13.5 Doğal Olaylara Dayalı Kavram Yanılgıları:

Doğal olaylara dayalı kavram yanılgıları genellikle erken yaşlarda öğrenilir ve ileri yaşlara kadar zihinde kalır. Örneğin "Aynı yere iki kez yıldırım düşmez.", "Kışın ne

kadar şiddetli soğuk olursa; yazın da o kadar şiddetli hava sıcaklıkları görülür." görüşleri hiçbir bilimsel gerçeğe dayanmasa da halk arasında çok yaygındır (Güneş, B., 2003).

1.14 Kavram Yanılgılarını Düzeltmek Neden Zordur?

Öğrencilerde kavram yanılgıları okul öncesindeki yaşam döneminde oluşabileceği gibi, eğitim ve öğretim yılı boyunca ilkokul, ortaokul, lise, üniversite ve lisansüstü eğitim olmak üzere örgün eğitimin her seviyesinde de şekillenebilir. Bu kavram yanılgıları birçoğumuzun tahmin ettiğinden daha dirençli biçimde inatla zihinde kalır ve değişime karşı bir engel teşkil eder. Lise öğrencileri, genellikle ısı-sıcaklık arasındaki fark, parçacık modeli ve enerji kavramları gibi konularda çok zorlanmaktadırlar. Bu kavramlar konuşmalarda günlük olayları açıklamakta zorlanan öğrencilerden daha çok bilim adamlarına hitap etmektedir. Özellikle gençler termodinamiğe daha az ilgi duyarken, tutarsız olan görüşlere daha çok ilgi duymaktadırlar. Isı ve sıcaklık öğreniminde aile ve kültürün rolü çok büyüktür. Bilim adamları öğrencilerin ısı ve sıcaklık anlayışındaki farklılıklarını ve kavramsal değişimlerini araştırmışlar kavram yanılgılarının dirençli ve kalıcı olmasının çok çeşitli sebepleri olduğunu tespit etmişlerdir. Öğrencilerdeki kavram yanılgıları hiçbir zaman sınav yaparak, deney yaparak veya ev ödevi vererek düzeltilemez. Öğrenci sahip olduğu kavram yanılgılarını kullanarak karşılaştığı problemleri çözdüğü veya çözdüğünü düşündüğü sürece kavram yanılgıları zihinde kalmaya devam eder. Kavram yanılgıları, öğrenci sahip olduğu kavram yanılgısı ile yüzleşmediği, bu bilgi ile açıklayamayacağı olay ve problemlerle karşılaşmadığı sürece zihinde kalmaya devam eder. Öğrencilerin kavram yanılgılarını anlamaya çalışmak ve fizik öğrenimindeki zorluklar genel olarak öğrencilerin materyalleri nasıl olarak yorumladıklarının bir analizini gerektirir (McDermott, L.C., 1984). Ödüllendirilen kavram yanılgıları kalıcıdır. Bazı sınav soruları öyle hazırlanır ki öğrenci kavram yanılgısına sahip olsa dahi doğru cevap verebilir. Bu durumda öğrencinin kavram yanılgısı ödüllendirilmiş olur. Buradaki tartışma sadece fizik bilgisinin özel konuları değil, kavram yanılgılarının sonuçlarıdır. Fakat fizik bilgisinin genel yapısı fizik içeriklerinin yorumları ve öğretimleridir.

Tabii ki, hiçbir netice öğrencilerin yorumlarından elde edilen bilgilerin yöntemlerinin tam doğru olmaması ve küçük çaptaki örneklerden elde edilen tecrübelerden yararlanılarak ortaya çıkmamıştır. Bununla birlikte eğer, neticelere katkı yapabilecek yararlı olabilecek durumlar varsa o zaman bunlar eğitim-öğretim için kullanılabilir.

1.14.1 Öğrencilerin Kavram Yanılgılarının Düzeltilmesinde Öğretmenlerin Rolü

Müfredatın zorluğuna göre öğrencilerin seviyeleriyle ilgilenen öğretmenler, test kitaplarının seçimi, yazılı sorularının hazırlanması, problemlerin seçilmesinde ve laboratuarın hazırlanmasında daha dikkatli davranmak zorundadırlar. Bununla birlikte açık kavramlar üzerinde yoğunlaşmak gerekir. Eğer öğrenciler merkezcil ivmeyi anlamakta zorlanıyorlarsa, açıklayıcı kavramlar eklenmelidir. Bazı öğrenciler için zor olan kısımlar belki de merkezcil ivme manasından anladıklarıyla ilgili kavramlardandır. Sadece hareketlerin özüne değil, dersin genel durumuna, çevreyle olan ilişkilerine ve bunu destekleyen yorumlamalara da dikkat edilmesi gerekmektedir.

Öğretmenin hedefi, öğrenciler için verilen bilgilerin birbirleriyle benzeşmesi ve bu bilgilerle güvenilir bir şekilde problemleri çözmelerini sağlamaktır. Bunu sağladığında öğrencilerden belirtilen sıralamayı takip etmeleri istenebilir. Bazı öğrenciler tekniklere bağlı kalarak problemleri çözmenin kendilerine fayda sağlayacağını düşünürler.

Öğrencilerin yaklaşımları, birbiriyle irtibatlı teorilerden elde edilen teknikler olmasına rağmen, onlar için bunların hepsi, esas itibariyle fiziksel anlamları birbirinden ayrılmış ifadeler topluluğudur. Öğrenciler bilgilerini doğru olarak uygulayamıyorlar ise iyi organize olamamış veya sezgisel bilgilerini bütünleyememişlerdir (Eylon, B., ve Reif, F., 1984). Bu yüzden sadece fizik bilgilerinin değil eğitim hakkındaki öğrenilen işlevlerin daha dikkatli düzenlenmesi gerekir. Eğitimle ilgili araştırmaların sezgisel kavram yanılgıları önceden tespit edilip, doğru bir şekilde belirtilmemesi gerekir. Sonuç olarak formüllerin matematiksel işlemlerini sağlamaktan ziyade, açık olan fiziksel kavramları genelleştirerek anlamlı işlevler oluşturulmalıdır.

1.14.2 Öğrencilere Kavram Yanılgılarını Gidermede Yardımcı Olma

Kavram yanılgılarının yaygın olduğu konularda geleneksel metot dışında modelleme etkinliklerine yer verilebilir: Modeller ve modelleme soyut kavramların zihinde daha somut bir şekilde canlandırılmasında oldukça etkili bir yöntemdir. Ayrıca kavram haritaları kullanılabilir. Kavram haritaları öğrencilerin, bir konu ile ilgili düşüncelerini, sahip oldukları kavramları, kavramlar arasında kurdukları ilişkileri ortaya çıkaracağından oldukça etkili sonuçlar verebilir.

Öğrencilerin kendi kavramsal çerçevelerini yeniden yapılandırmaları oldukça zordur. Kavram yanılgılarının giderilmesine yönelik çalışmalar uzun bir süreç gerektirir. Bu süreçte yapılması gerekenleri kısaca özetlemek gerekirse:

Derste işlenen konu ile ilgili daha önceden tespit edilmiş olan en önemli kavram yanılgıları öğrencilerle paylaşılarak üzerinde tartışılmalıdır. Öğrenciler, ders konusu hakkında diğer öğrenciler ile tartışmaya ve bu yolla kendi kavramsal çerçevelerini test etmeye teşvik edilmelidir. Yaygın kavram yanılgılarını gidermeye yönelik simülasyon, model ve laboratuar etkinlikleri tasarlanmalı veya önceden hazırlanmış olanlar kullanılmalıdır. Daha önce üzerinde durulmuş olan kavram yanılgıları en kısa sürede gündeme getirilerek devam edenler üzerinde yeniden tartışılmalıdır. Öğrencilerin sahip olduğu kavramların geçerliliği belirli aralıklarla tekrar tekrar kontrol edilerek bu kavramlar pekiştirilmeye çalışılmalıdır. Bunlar, eğitiminden beklenen veya arzulanan sonuçların tartışılmasında ve öğrenciler hakkında bilgi sağlamada öğretmenlere yardımcı olabilir.

1.14.3 Öğrencilerin Kavram Yanılgıları İle Yüzleştirilmesi

Bazı öğrenciler için konuyu anlamak, fizik kanunlarını ve formüllerini kelimesi kelimesine problemlere uygulayabilmektir. Bazı öğrenciler ise problemin maddeler ile ilgilil çok fazla yorum yapmaya gerek duymadan problemleri çözebilmektedirler. Derste bir konuyu anlatmaya, laboratuarda yeni bir deney yapmaya ya da bir etkinliğe başlamadan önce; ilgili konu, deney veya etkinlik ile ilgili olası kavram yanılgılarını araştırarak bunlar üzerinde düşünmekte yarar vardır. Öğrencilerin dikkat ve ilgisi konuyla ilgili bilinen kavram yanılgılarına çekilmeli, olası yeni kavram yanılgılarını belirlemek amacıyla derste sorular sorulmalı ve tartışma ortamı

oluşturulmalıdır. Öğrencilerde bu yollarla tespit edilen kavram yanılgısı çeşitliliği çoğu kez öğretmenleri şaşırtacak kadar fazla olabilir. Öğrencilerin sorulara vereceği cevaplar ve tartışma sırasında yapacakları açıklamalar öğretmen tarafından dikkatli bir şekilde dinlenmelidir. Bazı öğrencilerin problem çözümü, derste öğrendikleri fizik bilgileri ve deneyimleriyle elde ettiği sezgisel bilgileri arasında uzlaşma yöntemidir. Bu doğal olarak ortaya çıkan kavram yanılgılarının değiştirilmesi ve tasdik edilmesi için, şekilcilikle birlikte kontrol edilen sezgilerin sağlandığı bir mekanizmadır. Bir sınıftaki öğrencilerde yaygın olan kavram yanılgıları ve mümkün ise her bir öğrencinin sahip olduğu farklı kavram yanılgıları belirlenerek, birkaç gün veya bir hafta sonra bu kavram yanılgılarının hala var olup olmadığı kontrol edilmelidir. Öğrenciler sahip oldukları kavram yanılgılarını değiştirmekte çok zorlanırlar, çoğu kez de açığa vurmazlar ve şiddetle doğruluğunu savunabilirler. Bu nedenle kavram yanılgılarını gidermede başarılı olmak için, fizik öğretmenleri kavram yanılgılarının, gerçek kavramları öğrenmeye olan engelleyici etkisini önemsemek zorundadır. Öğrencilerin kavram yanılgıları ile yüzleştirilmesi hem öğretmen hem de öğrenci için oldukça zor ve zaman alan bir süreçtir. Nitelikli problemler çözülse, içerikleri tartışılsa bile, birçok yanlış kavram benzer şekilde gösterilebilir. Öğrencilerin ders sırasında yanlış kavramlar edinmelerine sebep olan ve eleştirilmeyen birkaç tane kabullenmeler vardır. Laboratuar çalışmasında, bazı öğrenciler Galileo'nun beyanı olan basit sarkacın genliğinden bağımsız olduğunu onaylatmak veya yalanlatmak (delillerle çürütmek) istediler. Örneğin, küçük genliklerde Galileo'nun görüşü hemen hemen doğrudur. Deneysel hataları hesaba katmadığımızda, öğrenciler illaki bir hata bulmak isterlerse ,Galileo'nun bile yanlışını bulabilirler. Fakat öğrenciler verileri doğrulamamasına rağmen, Galileo olduğu için görüşün doğru olduğuna karar verirler. Bazı kavram yanılgılarını açığa çıkarmak için öğrencilerden bir cismi veya olayı açıklamaları veya soyut kavramlar için tasarım geliştirmeleri istenebilir. Örneğin atom ve güneş sistemi hakkında öğrencilerin kavram yanılgılarını belirlemek için öğrencilere "Atomu ve güneş sistemini gözünüzle görme imkânınız olsa idi ne görmeyi beklerdiniz? Görmeyi beklediğiniz şekilleri çiziniz." şeklinde bir soru yöneltilebilir. Öğrenci çizimleri atom ve güneş sistemi hakkında sahip oldukları zihinsel modeli ortaya çıkaracaktır. Bu çizimlerden gerektiğinde tek tek öğrencilerle de konuşarak atom ve güneş sistemi ile

ilgili kavram yanılgıları kolayca tespit edilebilir. Bu çizimlerden değişik kavram yanılgılarını yansıtan örneklerle birlikte, doğru modellere yakın örnekler de kullanılarak bir tartışma ortamı oluşturulabilir. Bu ortamda da kavram yanılgıları rahatlıkla öğrencilere gösterilebilir.

1.14.4 Öğrencilerin Kavram Yanılgılarının Tespit Edilmesi

Bir konuda hiçbir bilgiye sahip olmamak, o konuda kavram yanılgısına sahip olmaktan çok daha iyidir. Genellikle birden çok problemin aynı metotla çözülmesi veya öğrencilere problem çözerken düşünmek için kısa süre verilmesi durumunda kavram yanılgıları ortaya çıkar. Öğrencinin sahip olduğu bir kavram yanılgısını ortadan kaldırarak doğru kavramı kavratma, öğrencinin önceden edindiği yanlış fikirleri ve anlayışı bilinçaltından silmeyi ve doğru kavramı öğretmeyi içeren bir süreci gerektirir. Bir konuda hiç bir fikri olmayan bir öğrenciye, o konuyu öğretmek kısmen kolaydır, ancak o konu hakkında farklı ve yanlış bilgiye sahip öğrencide istendik davranış değişikliğini sağlamak, bir çırpıda yapılacak bir iş değildir. Bu uzunca ve zahmetli bir süreci gerektirir. Günlük konuşma dilinden veya olaylardan kaynaklanan kavram yanılgıları öğrenciler tarafından kolayca düzeltilebilir, ancak bilimsel olmayan inanışları ve ön yargılı fikirleri yıkmak öğretmen ve öğrenci için hiç de kolay değildir. Birçok fizik öğretmeninin, ya sağduyu eksikliğinden veya derslerdeki başarısızlığından dolayı öğrencileri hakkında anlattıkları birçok hikâyeleri vardır. Öğrencilerin derslerde, deneylerde ve anlatımlarda karşılaşmadıkları fakat problem çözümlerinde ve sınavlarda karşılaştıkları fiziksel kurallarla ilgili birçok zor örnekleri vardır (Peters, P. C., 1981). Kavram yanılgıları öğrencilerin bilimsel yöntemleri anlama biçimlerinde olabileceği gibi, onların bilimsel bilgileri tanımlama tarzlarında da olabilir. Örneğin, laboratuarda yapılan bir fizik deneyi başarısızlıkla sonuçlanabilir. Böyle bir durum öğrencileri hayal kırıklığına uğratabilir. Deneyleri önceden bilinen ve beklenen bir sonuca ulaşma yolu olarak gören öğrenciler, deneyin fikirleri ve hipotezleri test etme aracı olduğunu düşünemeyebilirler. Oysa bilim adamları için deneyin sonucu ne olursa olsun elde edilen sonuç değerlendirilmeli ve yorumlanmalıdır. Fizik dersinde ancak bu kadar bir standart öğretim yapılabilir. Buradaki öğretimin metodu, materyalin varlığını sunma,

geçerliliğini gösterme, uygulamalı örneklerini bulma ve daha başka problemleri öğrencilerin kendi başlarına yapabilmelerini sağlamaktır.

1.14.5 Öğrencilerin Kavram Yanılgılarının Düzeltilmesi

Kavram yanılgılarını düzeltmeye yönelik çalışmaya başlarken, öğrencilerin bireysel olarak veya sınıfın çoğunluğunun sahip olduğu kavram yanılgılarının belirlenmesi gereklidir. Birçok araştırmacı, bilim adamı ve öğretmen tarafından değişik araştırmalar sonucu tespit edilmiş olan çok sayıda kavram yanılgısı düzenlenerek konulara göre gruplandırılmıştır. Bu kavram yanılgılarının listesi, basit bir literatür taraması veya internet üzerinden yapılacak arama sonucu, kolayca elde edilebilir. Yine öğrencilerin sahip olduğu kavram yanılgılarını tespit etmek için hemen hemen her konuda kavramsal testler geliştirilmiştir. Bunun yanı sıra tartışma ortamı oluşturma yoluyla ve öğrencilerle birebir görüşme yoluyla kavram yanılgılarının tespitine yönelik çalışmalar da bulunmaktadır. Öğretmen öğrencilerdeki kavram yanılgılarını belirlemek istediğinde, bu testlere ve araştırmalara baş vurmadan, sadece öğrenciyi dinleyerek bile bu kavram yanılgılarının birçoğunu belirleyebilir. Öğrencilere, sonuca dayalı çoktan seçmeli sorular yerine, olayların sebebini ve sürecini açıklamaya yönelik soruların sorulması kavram yanılgılarının belirlenmesi için çok yararlıdır. Bu sorular ve sınavlar değerlendirme ve not verme amaçlı olmamalı, öğrencilerin neleri, nasıl düşündüklerni açığa çıkarmaya yönelik olmalıdır. Öğretmenden öğrenciye doğru olan bilgi akışı şeklindeki öğretim tipleri ile deneysel sonuçlar birbirleriyle uyumludur. Bazı öğrencilerin bir dersteki ilerlemesi belirtilen formüller ve öğrenilen gerçeklerin birleştirilip geliştirilmesiyle olurken, bazılarınınki ise düşüncelerle sezgisel anlayışların birleştirilip geliştirilmesiyle olmaktadır.

Öğrencilerin doğal olaylara dayalı kavram yanılgıları üzerine yapılan son çalışmalar göstermiştir ki öğrencinin zihnindeki yanlış model olayları bir şekilde açıklıyorsa bu kavram yanılgılarını gidermek çok daha zorlaşmaktadır. Bu kavram yanılgıları ısrarla zihinde kalmaya devam ederek, öğrencinin yeni bilimsel kavramları öğrenmesini engellemektedir. Bu nedenle öğretmenlere kavram yanılgılarının giderilmesinde önemli görevler düşmektedir. Öğretmenler, öğrencilerdeki bu kavram yanılgılarını düzeltmeye kalkışmadan önce onların zihnindeki yanlış kavramlarla yüzleşmelerini

sağlamalıdır. Bu bahsedilenler bir anda olmaz, bir süreci gerektirir. Bu süreçte öğretmenler tarafından yapılması gerekenler şunlardır:

Öğrencilerin kavram yanılgıları tespit edilmelidir. Öğrenciler arasında bir tartışma ortamı meydana getirilerek sahip oldukları kavram yanılgıları ile yüzleşmeleri sağlanmalıdır. Bilimsel yaklaşım ve modellerle öğrencilere bilgilerin yeniden yapılandırılması ve özümsenmesi için yardımcı olunmalıdır.

1.15 Fizikteki Önemli Kavram Yanılgıları

Ülkemizde ve dünyada kullanılan birçok kavram yanılgısı vardır. Kavram yanılgılarının en sık rastlandığı alan ise şüphesiz fiziktir. Fizikle ilgili birçok kavram yanılgısı vardır. Bilimsel hata ile kavram yanılgısı birbirine karıştırılmamalıdır. Bilimsellikten uzak olan her şey kavram yanılgısı değildir. Öğrenci ısıyı bilimsellikten uzak bir şekilde tanımlıyorsa, bu öğrencide ısı ile ilgili kavram yanılgısı vardır denemez. Bu tanımı; kavram kargaşası, bilimsel hata veya kavram yanılgısı sonucu yapmış olabilir. Öğrenci söylediği ile yüzleştirildiği zaman yaptığı bilimsellikten uzak açıklamayı fark edip ardından doğrusunu söylüyorsa bu durumda öğrenci bilimsel hata yapmıştır. Ancak, öğrenci yaptığı yanlış ısı tanımının doğruluğunda ısrar ediyor ve bunu savunuyor ise bu durumda öğrenicide ısı konusunda kavram yanılgısı vardır diyebiliriz.

Ülkemizde yaygın olarak bilinen ortaöğretim fen bilgisi ve fizik konularındaki kavram yanılgıları şunlardır: Yan yana duran iki cisim aynı hıza sahiptir. İki cisimden ileride veya geride bulunan daha hızlıdır veya yavaştır. İvme ve hız daima aynı doğrultudadır. Eğer hız sıfır ise ivme de sıfır olmalıdır. Aynı yükseklikten bırakılan ağır cisimler, hafif cisimlere göre daha önce yere düşer. Düşen bir cismin ivmesi kütlesine bağlıdır. Serbest düşen cisimler sadece aşağı yönde hareket edebilir. Boşlukta yerçekimi ivmesi yoktur. Yerçekimi kuvveti cisimlere sadece düşerken etki eder.

Sabit hızla hareket eden cisimlere kuvvet etki eder. Yerçekimi kuvveti yoksa tüm cisimler, aynı kuvvet uygulanarak hareket ettirilebilir. Hareket halindeki cisimlere etkiyen kuvvet kaldırıldığında cisim hızını azaltarak duracaktır. Eylemsizlik cisimleri

hareket halinde tutan kuvvettir. Durmakta olan iki cisim aynı eylemsizlik değerine sahiptir. Hız mutlaktır ve gözlem çerçevesine göre değişmez.

Etki ve tepki kuvvetleri aynı cisme etki eder. Newton kanunları ile kinematik arasında hiçbir bağlantı yoktur. Kütle ve ivmenin çarpımı, 'm.a', bir kuvvettir. Newton'un 3. kanununa göre, bir cisme etki eden normal kuvvet cismin ağırlığına eşittir. Canlı varlıklar kuvvet uygularken, cansız varlıklar kuvvet uygulamaz. Bir cisim hareket ettiğinde, ağır cisimler hafif cisimlere göre daha büyük itme uygular. Newton'un 3. hareket kanunu şiddetli bir çekme hareketi ile aşılabilir.

Sürtünme kuvveti, daima cismin hareket yönü ile zıt yönlü bir kuvvettir. Sürtünme kuvvetini yüzeylerdeki pürüzler oluşturur. Sürtünme daima mekanik enerjiyi ısı enerjisine dönüştürür. Uzay araçları atmosferden çıkarken ve geriye dönerken sürtünme ısıya dönüşür. Araba ve uçakların yavaşlamasının sebebi sadece havanın sürtünmesidir.

Bir elmaya etkiyen kuvvet Ay'a etkiyen kuvvet ile aynı değildir. Tüm düşen cisimlere etkiyen yer çekimi kuvveti aynıdır. Uzayda yer çekimi kuvveti yoktur. Uzay aracına etkiyen yer çekimi kuvveti yaklaşık sıfırdır. Yer çekimi kuvveti aynı anda sadece bir cisme etki eder. Ayın yörüngesinde dolanmasının sebebi yerçekimi kuvvetinin aya etkiyen merkezkaç kuvvet ile dengelenmiş olmasıdır. Ağırlıksızlık yer çekiminin olmaması demektir. Dünyanın dönme hareketi yer çekimini doğurur.

Enerji kullanılır, azalır veya tükenir. Hareket etmeyen hiçbir şey enerjiye sahip değildir. Bir cisme etki eden kuvvet cisim hareket etmese de iş yapar. Enerji, bir türden diğer türe dönüşürken kaybolur. Enerji tekrar kullanılabilir. Bir cisim düşmeye bırakıldığında, yer çekimi potansiyel enerjinin tamamı aynı anda kinetik enerjiye dönüşür. Enerjinin Newton'un kanunları ile bir ilgisi yoktur. Enerji bir kuvvettir.

Momentum vektörel bir büyüklük değildir. Momentumun korunumu sadece çarpışmalarda uygulanır. Momentum kuvvet ile aynıdır. Yer çekimi olmaksızın hareket eden kütleler momentuma sahip değildir. Bir cismin kütle merkezi cismin içerisinde olmak zorundadır. Kütle merkezi ile ağırlık merkezi aynıdır. Hareket

edemeyen cisimlerle olan çarpışmalarda momentum korunmaz. Momentum ile kinetik enerji aynıdır.

Dairesel hareket için kuvvet hareket etmez. Merkezkaç kuvvet gerçektir. Sabit hızla dairesel hareket yapan bir cismin ivmesi sıfırdır. Dairesel hareket yapmakta olan bir cisim serbest bırakıldığında dairesel hareket yapmaya devam eder. Dairesel hareket sapmakta olan bir cisim serbest bırakıldığında dairesel olarak uçmaya devam eder.

Bir doğru boyunca hareket eden cisimler açısal momentuma sahip olamaz. Tork, kuvvet ile aynıdır ve aynı yönlüdür. Açısal momentum vektörel bir büyüklük değildir. Açısal momentum ile çizgisel momentum aynı yöndedir.

Gezegenler dairesel yörüngede dolanırlar. Yörüngede dolanan gezegenlerin hızı asla değişmez. Tüm gezegenler kendi yörüngelerinde aynı hızla hareket eder. Güneş, yörüngesel hareket yapan gezegenlerin üzerinden iş yapmaz. Gezegenlerin yörüngeleri kesinlikle aynı düzlemde yer alır. Güneş etrafında dolanan tüm gezegenler aynı periyotla döner. Dönme hareketi ile rotasyon hareketi aynıdır.

Postulatlar bir teoriyi geliştirmek için kullanılamaz. Uzunluk, kütle ve zaman değişimleri sadece görünürdedir. Zaman mutlaktır. Uzunluk ve zaman sadece bir gözlemci için değişir. Zaman genişlemesi 2 farklı çerçevedeki 2 saati ifade eder. Zaman genişlemesi ve uzunluk kısalması deneysel olarak ispatlanmamıştır. Evrende tercih edilen bir gözlem çerçevesi vardır. Kütle mutlaktır, yani, tüm gözlem çevrelerinde aynı değere sahiptir.

Hareket halindeki yüklü bir parçacık ivmelenirken daima bir alan çizgisini takip eder. Bir yük bir alan çizgisi üzerinde değilse, kuvveti hissetmez. Alan çizgileri gerçektir. Coulomb kanunu noktasal yük dışındaki yük sistemlerine de uygulanır. Yüklü bir cisim sadece pozitif veya negatif bir yüke sahiptir. Elektrik alan ve elektrik alan kuvveti aynıdır ve aynı doğrultudadır. Alan çizgileri bir yerde başlayıp başka bir yerde bitebilir. Bir ortamda belirli oranda alan çizgi sayısı vardır. Tespit edecek bir şey yoksa alanlar da yoktur. Bir yük olmasa da her noktada kuvvet vardır. Alan çizgileri yüklerin hareket yörüngeleridir. Elektrik kuvveti yer çekimi kuvveti ile

aynıdır. Alan çizgileri tam olarak pozitif yükten negatif yüke doğrudur ve hareketi ifade eder. Alan çizgileri sadece iki boyutludur.

Statik elektrik durgun elektriktir. Statik elektrik sürtünme ile oluşur. Statik elektrik elektronlardan oluşur. Nötr cisimlerde yük yoktur. Bir kondansatörü yükleme ona yük doldurma anlamındadır. Bulutlar birbirlerine sürtünerek yüklenirler. Yükler; 'artı yük' ve 'eksi yük' olarak adlandırılır. Piller yük depo ederler. Elektrik yükleri devreden akar. Nemli hava iletkendir.

Elektrik, fiziksel bir büyüklüktür. Elektrik bir enerji türüdür. Elektronlar yaklaşık ışık hızı ile hareket eder. Piller ve jeneratörler elektrik üretir. Statik elektrik, elektrik akımının tersidir. Her bir elektron enerji taşır. Atomlar, eşit sayıda proton ve elektrona sahiptir. İletkenler, yüklerin geçmesine izin verirler. Elektrik, ağırlıksızdır.

Akımın yönü negatiften pozitife doğrudur. Elektrik akımı, enerji akışıdır. Elektrik akımı olduğu sürece, elektronlar bir atomdan diğerine atlar. Elektriksel enerji devreden akar. Elektriksel güç, jeneratörden kullanıcıya doğru akar. Elektrik akımı, elektrik kablosunun dış yüzeyinden akar. Elektrik akımı görülemez (Güneş, B., 2003).

1.16 Sıcaklık

Bir cismin sıcaklığından söz edildiğinde, cisme dokunulduğunda hissedilen "sıcaklık" ve "soğukluk" kavramlarının derecesinden bahsedilmektedir. Böylece, duyularımız sıcaklığın nitel bir göstergesi olur. Bununla beraber duyularımız fazla güvenilir de değildir ve bizi yanlış sonuca götürebilir. Örneğin, bir buzdolabından buzlu bir metal parçayı ve dondurulmuş karton kutudaki bir sebze paketini çıkardığımızda, hem metal hem de sebze paketinin sıcaklığı aynı olmasına rağmen, metal parçasının daha soğuk olduğunu hissederiz. Çünkü metaller, karton kutulara göre daha iyi ısı iletirler. Cisimlerin "sıcak" mı "soğuk" mu olduğunu belirlemek için en güvenilir yol onların sıcaklığının termometre ile ölçülmesidir.

Farklı sıcaklıklara sahip iki cisim, birbirleri ile temasta olacak şekilde dokundurulurlarsa, sıcaklıkları bir süre sonra ısıl dengeye gelir. Örneğin, iyi yalıtılmış bir kaba yerleştirilen bir buz parçası üzerine bir et parçası konulursa, sonunda

etin sıcaklığı O°C'ye ulaşır. Benzer şekilde bir buz küpü sıcak suyla dolu bir kaba bırakılırsa, buz parçası erir ve suyun sıcaklığı düşer. Eğer bu işlem bir kalorimetre kabında yapılırsa ısıl denge sıcaklığı bulunabilir.

Sıcaklık kavramını anlayabilmek için önce ısıl temas ve ısıl denge kavramlarının tanımlanması yararlı olur. İki cisim birbirleri üzerine makroskobik iş yapmadan enerji alış-verişi yapıyorlarsa, bu iki cisim ısıl temas halindedir. Isıl temasta olan sıcaklıkları farklı iki cisim arasında net enerji alış verişi sona ermiş ise, bu iki cisim ısıl dengededir denir. Sıcaklık ile iç enerji arasında da önemli fark vardır. Sıcaklık yalnız kütle merkezi hareketinin ortalama enerjisini ölçer. Bu ölçü molekül başına kütle merkezi enerjisini verir. İç enerjiye diğer bütün iç hareketlerin enerjileri de dahildir; hatta, sıcaklığın değişmesiyle moleküllerin birbirine yaklaşmaları veya uzaklaşmaları sonucunda değişen potansiyel enerji bile iç enerji sayılır. Örneğin, su kaynarken sıcaklığı sabit kalır, fakat molekülleri birbirinden ayırmak için çok miktarda enerji vermemiz gerekir. Su buharı yoğunlaştığında, kinetik enerjide önemli değişiklikler olmaksızın moleküller bir araya gelir; fakat gizli ısı denilen çok miktarda iç nenrji dışarıya bırakılır. Moleküller arası ortalama uzaklık ve moleküller ortalama potansiyel enerji azalırken, gizli ısı dediğimiz bu iç enerji dışarıya alınmalıdır.

1.16.1 Termometre ve Sıcaklık Ölçekleri

Termometre bir sistemin sıcaklığını ölçmek için kullanılan araçtır. Termometrelerle belirli aralıklardaki sıcaklıklar ölçülebilir. Sıcaklık yeryüzüne yakın yerlerde ölçülür. Klasik alet olarak, cam içindeki sıvılı termometreler kullanılır. Bunun yanında sıcaklıkları ölçmek için ihtiyaca göre elektronik sensörler, termoçiftler ve termistörler de sıcaklık ölçümü için kullanılabilir.

Bir sistem veya ısıl denge halinde olan cisimlerin sıcaklığı termometreler ile ölçülebilir. Bütün termometreler makroskobik fiziksel parametrelerin sıcaklıkla değişmesi ilkesine göre çalışır. Bu makroskobik fiziksel parametrelerden bazıları; (1) sıvıların hacimlerinin değişmesi, (2) bir katının uzunluğunun değişmesi, (3) sabit hacimdeki bir gazın basıncının değişmesi, (4) sabit basınçtaki bir gazın hacminin değişmesi, (5) bir iletkenin elektrik direncinin değişmesi ve (6) çok sıcak cisimlerin

renklerinin değişmesidir. Sıcaklık ölçümü, bir maddenin makroskobik fiziksel özelliklerden birinin değişmesiyle yapılır.

Günümüzde en çok kullanılan termometreler, cam bir tüpe bağlı, ince bir cam borudan ibarettir. Cam tüp, belirli bir miktarda civa ile doldurulur. Tüp ısıtılınca civa ince cam boruda yükselir. Böylece, bu sistemde civanın termal genleşme özelliği kullanılmıştır. Herhangi bir sıcaklık değişmesi, civanın boru içerisinde yükselmesiyle doğru orantılıdır. Termometreler sıcaklığı sabit kabul edilebilen bazı cisimlerle ısıl dengeye getirilerek kalibre edilirler. Kalibre için genellikle 1 atmosfer basınçta su-buz karışımının sıcaklığı alınabilir. Celcius derecesinde, su-buz karışımının sıcaklığı O ^{0}C olarak alınır. Uygun olan diğer bir sabit sıcaklık noktası, atmosfer basıncında dengede olan su-su buharı karışımının sıcaklığıdır. Su-su buharı noktasının sıcaklığı 100°C'dir. Civa sütununun yüksekliği bu iki sabit nokta arasında 100 eşit parçaya bölünürse, her bir bölme 1°C (Celcius derecelik) sıcaklığı gösterir. Civanın donma sıcaklığı -39°C'dir. Bu yüzden bu sıcaklığın altındaki sıcaklıklar ölçülemez. Yüksek ve düşük sıcaklıkların ölçülmesi için alkollü ve civalı termometreler yetersiz kalmaktadır. Bu yüzden bu sıcaklıkları ölçmek için elektronik termometreler kullanılır.

1.16.2 Sıcaklık ve Yükseklik İlişkisi

Sıcaklık, maddenin kinetik enerji durumuyla ilgilidir. Isı enerjisi, yüksek sıcaklık bölgesinden düşük sıcaklık bölgesine doğru kinetik enerji taşınımıdır. Atmosferin alt tabakalarından üst tabakalarına doğru çıkıldıkça hava sıcaklığı azalır. Bu ısının kaynağı yüzeydir. Atmosfer ve güneşten alınan radyasyon ile ısınma olur. Yüzeyden uzaklaştıkça ısı kaynağının mesafesi artarken, sıcaklık düşer. Düşük atmosferdeki ısının kaynağı yüzeydir. Yüzeyden yukarı doğru akan ısı, hava tabakalarını ısıtmaya yarar. Bu, ısıyı bir üst tabakaya hareket etmesi için uygun bir şekilde azaltır. Böylece yükseklikle birlikte ısı ve sıcaklıkta düşüş olur.

Şekil 1.1 Isı ve sıcaklığın yüksekliğe göre değişimi

Yeryüzündeki hava sıcaklığı yükseklikle değişmesine rağmen, yükseklik ölçümlerinde bazı standart kullanımlar olmalıdır. Eğer bu yapılmazsa yüksekliğin sebep olduğu sıcaklıklarda uzaysal farklılıkları ayırt etmek imkansızdır. Yeryüzüne yakın mesafelerdeki sıcaklık ölçümleri için standart yükseklik 5 fit(adım) veya 1.52 m'dir. Yeryüzündeki sıcaklıklara etki eden faktörler;

- Su seviyesinden yukarıdaki yüzey yükseltileri
- Alınan güneş radyasyonu ve IR(infrared) kaybı
- Su kütleleri arasındaki mesafe
- Yeryüzünün doğal yapısı; yer, su, kuraklık ve yeşil örtü

1.16.3 Sıcaklık Ölçümü İçin Standartlar:

Sıcaklıklar standart olarak zeminden 1,52 m yükseklikte ölçülürler. Bununla birlikte, başka kaynaklar da mevcuttur. Eğer bir sıcaklık ölçeği, güneş radyasyonuna maruz kalırsa, ölçülen sıcaklık, havanın sıcaklığından çok daha fazla olur. Bu ölçümlerde hataya yol açar. Uygulamada ölçekler radyasyonlu güneş ışınlarından korunmalıdır. Bunun için klasik yapı Stevenson ekranıdır. Hava hareketine izin veren beyaz tahta çubuklu bir barınaktır. Azaltılmış hava akımı radyasyonun etkisini kaldırır.

1.16.3.1 Sıcaklık Ölçüm İşlemleri

Yüzeydeki ölçümler yerden 5 fitlik veya 1,52 m'lik yüksekliklerde ölçülür. Ölçekler, radyasyondan korunmalıdır fakat uygun havalandırma olmalıdır. Barınak veya kalkan radyasyonu yansıtır fakat gerekli olan hava akımına izin verir.

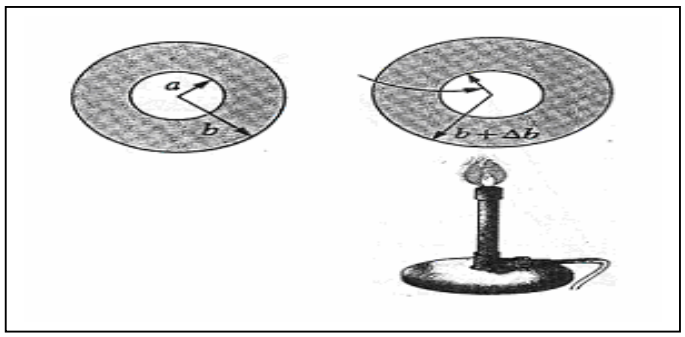
1.16.3.2 Sıcaklığa Etki Eden Diğer Faktörler

Yüzeydeki yükseltilere ilaveten, yüzeyin doğal yapısı, büyük su kütleleri arasındaki uzaklık, radyasyon dengesi gibi etkenler hava sıcaklıklarına etki eder. Yüzeydeki net radyasyon miktarı geçerli olan enerji miktarını tanımlar. Bu açıkça yüzeyin sıcaklığı ile bağlantılıdır ve netice itibarıyla havayı ısıtır. Su çok yüksek ısı kapasitesine sahiptir, yani suyun sıcaklığını değiştirmek için çok fazla miktarda enerji soğurması gerekmektedir. Denizlerde, karalardaki kadar çok sıcaklık değişimleri gözlenmez. Sonuç olarak, yeryüzünün yapısı sıcaklıkta çok büyük rol oynamaktadır. Yeryüzünde geçerli olan enerji; toprağın içinde hareket eden ısı, atmosferde hareket eden ısı veya buharlaşan sudur. Bu üç durum arasındaki enerji bölüşümü, yeryüzünün özelliklerine bağlıdır. Yeryüzünün bu konuyla ilgili kritik özelliklerden birisi, yeşil bitki miktarıdır. Yeşil bitki örtüsü buharlaşma için gerekli enerjinin büyük bir kısmını sağlar. Sıcaklıklardaki küçük değişimler, az bir enerji gerektirdiği için, havayı ısıtmaya yeterlidir. Sıcaklıktaki büyük uzaysal değişimler, yeryüzünün doğasındaki uzaysal farklılıklardan meydana gelmektedir.

1.17 Katı ve Sıvıların Isısal Genleşmesi

Maddelerin sıcaklığa bağlı olarak hacimleri değişir. Bu olay mühendislik uygulamalarında önemli rol oynar. Örneğin, binalarda, beton yollarda, demiryollarında ve köprülerin eklem yerlerinde sıcaklığa bağlı genleşme payları bırakılmaktadır. Isınan cisimlerin genleşmesi, onları meydana getiren atom ve moleküller aralarındaki uzaklıkların, sıcaklık artışı ile artması yoluyla olur. Bu olayı anlayabilmek için, kristal bir katı düşünelim. Kristallerde, elektriksel kuvvetlerle atomlar belirli bir düzen içinde tutulur. Atomlar arası kuvvetler esnek kuvvetler olarak alınabilir. Normal sıcaklıkta, atomlar denge konumları etrafında bir salınım hareketi yaparlar. Bu salınımın genliği yaklaşık 10^{-11} m ve frekansı yaklaşık 10^{13} Hz dolayındadır. Atomlar arası mesafelerin ortalama değeri yaklaşık 10^{-10} m civarıdır.

Katının sıcaklığı yükselirken, atom salınımlırının genliği büyür ve atomlar arası ortalama mesafe de artar. Bunun sonucunda, katıların sıcaklığı artarsa, bütünüyle genleşirler. Eğer genleşme başlangıç boyutlarına göre küçükse; boyutun (uzunluk, genişlik, kalınlık) genleşmesi sıcaklıkla doğru orantılıdır denilebilir.



Şekil 1.2 Homojen bir metal plakanın ısıl genleşmesi. Plaka ısıtılınca boyutları genleşir

Belirli bir sıcaklıkta cismin boyu ℓ olsun. sıcaklığı ΔT kadar artırılır veya azaltılırsa cismin boyu Δℓ kadar değişir. Deneysel sonuçlara göre cismin boyundaki değişim, Δℓ, sıcaklık değişimi ΔT arasında bir oran vardır. Bu oran

$$\lambda = \frac{\Delta L}{\Delta T} \qquad \text{(Denklem 1.1)}$$

olarak verilir. Burada λ cismin boyca uzama katsayısıdır. Bu ifadeden cismin boyundaki değişme miktarı

$$\Delta L = L.\lambda.\Delta T \qquad \text{(Denklem 1.2)}$$

olarak bulunabilir. Diğer bir deyişle, bir katının ortalama lineer uzama katsayısı, birim sıcaklık değişimi başına, boydaki kesirsel değişmedir. λ'nın birimi 1/ ^{o}C dir. Genleşmeyi, ısıtılan bir cismin etkin uzaması veya fotografik genleşmesi olarak düşünmek belki konuyu anlamada yardımcı olabilir. Örneğin Şekil 1.2'deki gibi bir metal halka ısıtılırsa genleşme üç boyutlu olarak gözlemlenir. Genellikle sıcaklık genleşme katsayısı λ pozitiftir. Bunun sebebi sıcak cismin hacimlerinin artmasındandır. Ancak, bazı anisotropik tek kristal maddelerde örneğin, kalsit (CaC03) gibi sıcaklık artarken boyutlarından biri doğrultusunda λ pozitif iken diğer bir doğrultuda λ negatiftir. Bir cismin, sıcaklık artışıyla birlikte, boyca çizgisel uzaması gözlenirken, aynı zamanda yüzeyce ve hacimce genleşmesi gözlenebilir.

Sabit basınç altında bir cismin hacminin sıcaklıkla değişme miktarı, ilk hacmi *V* ve sıcaklık değişimi ΔT ise,

$$\Delta V = \alpha.V.\Delta T \qquad \text{(Denklem 1.3)}$$

bağıntısına göre artar. Burada α hacimce genleşme katsayısıdır. İzotropik bir katı için hacimce genleşme katsayısı lineer genleşme katsayısının yaklaşık üç katına eşittir. Katılar için genleşme katsayısı $\alpha = 3\lambda$ olarak gösterilirse hacimce genleşme

$$\Delta V = 3\lambda\, V\, \Delta T \qquad \text{(Denklem 1.4)}$$

olarak yazılabilir.

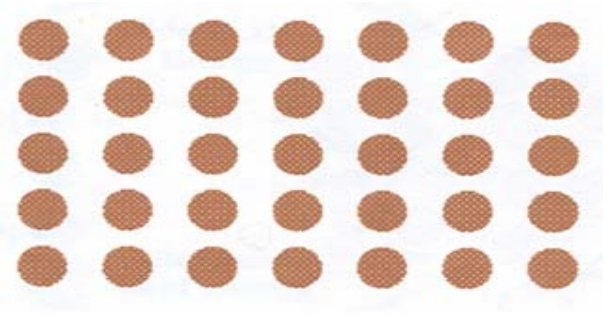
Genellikle sıvıların sıcaklığı arttıkça, hacimleri artar. Sıvıların hacimce genleşme katsayısı, katıların hacimce genleşme katsayısından on kat daha büyüktür. Su, bu kuralın dışındadır. Suyun sıcaklığı O°C'den 4°C'ye yükseltilirken, suyun hacmi küçülür ve böylece yoğunluğu artar. 4°C'nin üzerinde sıcaklık artarken su genleşir. Suyun maksimum yoğunluğu 4°C'de 1000 kg/m^3 değerine erişir. Havuz ve göllerdeki suyun yüzeyden itibaren genişleyerek donmasının nedeni de suyun bu kurala uymasıdır. Havuzlar soğurken, yoğunluğu fazlalaşan su dibe çöker. Suyun bütününün sıcaklığı 4 ^oC'ye erişince bu akış durur. Sonuç olarak da, suyun yüzeyinin sıcaklığı 4 ^oC'nin altına düşünce en soğuk su yüzeyde olmak kaydıyla dengeye erişilir. Yüzeydeki su donarken, buzun yoğunluğu suyun yoğunluğundan az olduğu için buz suyun yüzeyinde kalır. Suyun dip kısmının sıcaklığı 4°C kalırken, buzlanma yüzeyde artar. Eğer bu durum olmasaydı, balık ve diğer su altı canlıları hayatlarını koruyamazlardı.

1.18 Isı

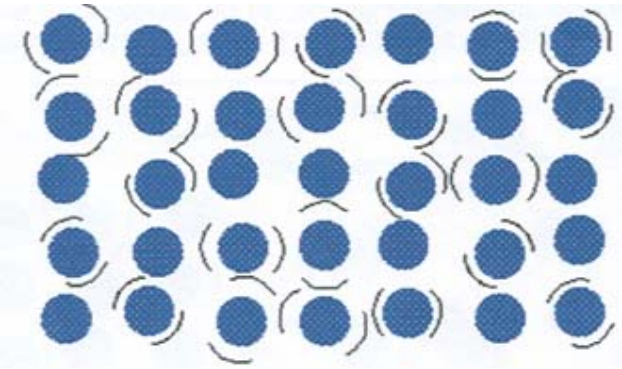
Bir maddenin iç enerjisi ve ısı enerjisi kavramı arasında büyük fark vardır. Isı kelimesi bir noktadan diğer bir noktaya enerji transfer edildiğinde kullanılır. Yani, ısı; yalnızca sıcaklık farkından dolayı bir sistemle çevresi arasında alışverişi yapılan şeye denir. Isı bir cismin özelliği değildir. Bu bakımdan bir cismin içerdiği ısı miktarı diye bir tanım söz konusu olamaz. Diğer taraftan iç enerji, bir maddenin sıcaklığı nedeniyle sahip olduğu enerjidir. Bir maddeye sürekli ısı verilirse maddede enerji artışı olur. Maddedeki enerji artışı bir atomda yoğunlaşabilir, ancak en kısa zamanda başka atomlara çarparak enerjisini aktarır. Enerji aktarımı sırasında atom ya da

moleküller hızlı bir titreşim yaparlar. Isı enerjisi, ısıl enerji veya sadece ısı her üç terim de aynıdır. Isı, bir enerji şeklidir dolayısıyla enerji birimlerine sahiptir. Uluslararası birim sisteminde (SI), ısı enerjisi birimi joule olarak kabul edilmiştir. Diğer birimler ortak olarak kullanılır. Kalori(cal) ve BTU(British Thermal Unit-İngiliz Isı Birimi) ortak ısı birimleridir.

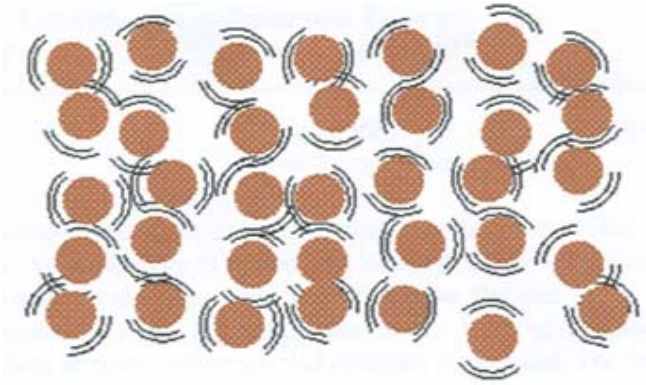
Isıyı doğrudan ölçemeyiz, fakat madde üzerindeki etkilerinden anlayabiliriz. Isı değişimleri genellikle sıcaklık değişimleri şeklinde tespit edilebilir. Bir maddeye ısı verildiği zaman madde içerisindeki atom ya da moleküller daha hızlı hareket ederken; ısı alındığında bu olayın tam tersi olur. Cisimlere ısı verildikçe moleküller arasındaki titreşimler artarken cismin sıcaklığı da artmaktadır. Şekil 1.3'da cisme ısı verilmediği durumu, Şekil 1.4'de ısı verilmeye başlandığı durumu ve Şekil 1.5'de ise ısının artırıldığı durumunu temsil etmektedir.



Şekil 1.3 Soğuk

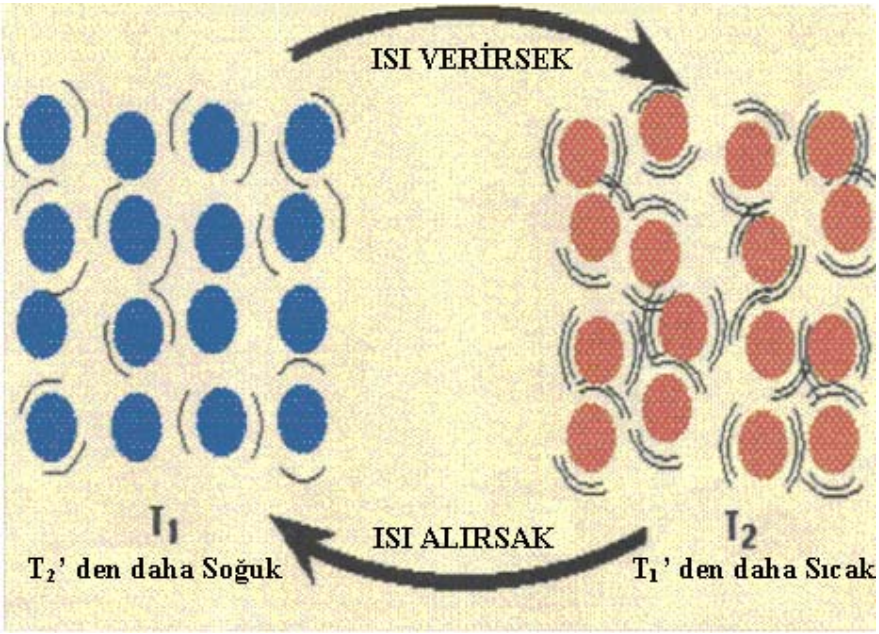


Şekil 1.4 Ilık



Şekil 1.5 Sıcak

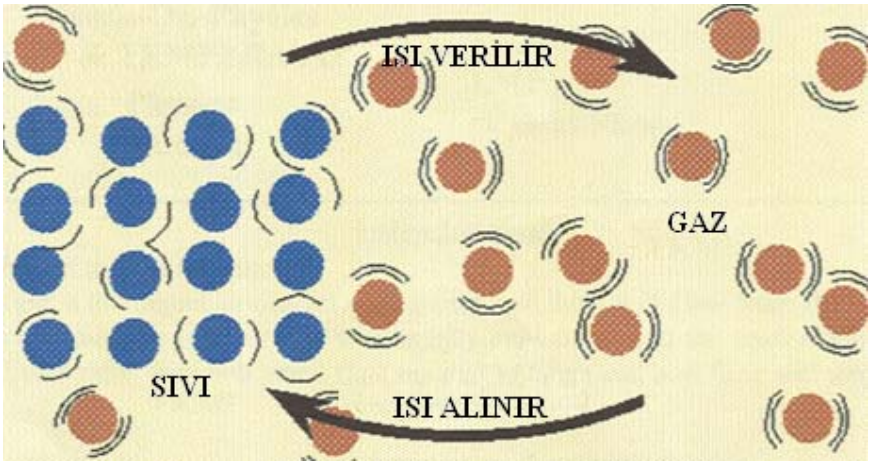
Şekil 1.6'da soğuk ve sıcak cisimler arasındaki ısı alış verişi görülüyor. Cisim ısı aldığı zaman enerjisi artarken, soğurken enerjisi azalır. Diğer bir deyişle ısı alırken moleküller arası titreşim artar, soğurken moleküller arası titreşim azalır.



Şekil1.6 Isı değişimi

Kaynama sıcaklığındaki sıvıya ısı verildiği zaman aynı sıcaklıkta sıvıyı gaza dönüştürür. Bu durumda sıvıya eklenen enerji sıcaklık değişimine neden olmadan sıvı molekülleri arasındaki bağları koparmak için kullanılır. Su moleküllerinin gaz halinden sıvı hale geçmesi için ortama ısı vermesi gerekir. Bu olay Şekil 1.7'de görülüyor. Katı, sıvıya dönüşürken de aynı şeyler olur. Örneğin su donma

sıcaklığında hem sıvı hem de katı halde bulunabilir. Su-buz karışımına ısı verilmesi halinde sıcaklık değişimi olmadan bir miktar buzu suya çevirir.



Şekil 1.7 Sabit sıcaklık

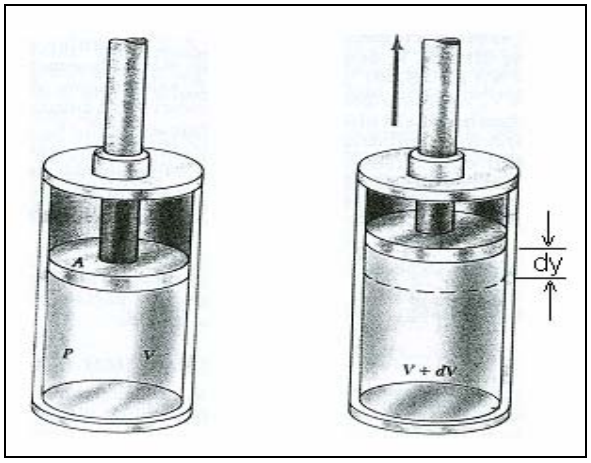
1.18.1 Termodinamik Süreçlerde İş ve Isı

Termodinamiğe makroskobik açıdan yaklaşıldığında, bir sistemin *durumu* basınç, hacim, sıcaklık ve iç enerji değişkenleriyle anlatılır. Bir sistemi karakterize etmek için gerekli makroskobik değişkenlerin sayısı sistemin tabiatına bağlıdır. Homojen bir sistem için, örneğin yalnızca tek tip molekül içeren gazlarda, genellikle, yalnızca, basınç ve hacim gibi iki değişken yeterlidir. Fakat yalıtılmış bir sistemin *makroskobik durumu,* sistem kendi iç termal dengesine ulaşmışsa belirlenebilir. Bir kap ve içindeki gaz, kendi iç termal dengesinde olabilmesi için, kabın içinde her yerde basınç ve sıcaklık aynı olmalıdır. Hareketli bir pistonla bağlantılı bir silindirik kap içindeki gazı düşünelim (Şekil 1.8). Denge halinde iken, hacmi V olan gaz, silindir çeperlerine ve pistona aynı P basıncını uygular. Pistonun kesit alanı A ise, gazın pistona uyguladığı kuvvet $F = PA$ dır. Şimdi de gazın **yarı-kararlı** olarak genişlediğini varsayalım. Yani, genişleme, termal denge bozulmayacak şekilde yavaş yavaş olsun. Piston dy mesafesi kadar hareket ederken, gazın piston üzerine yaptığı iş

$$dW = Fdy = PAdy \qquad \textbf{(}\text{Denklem 1.5}\textbf{)}$$

Adi gazın hacmindeki dV artışına eşit olduğundan, yapılan işi şu şekildedir.

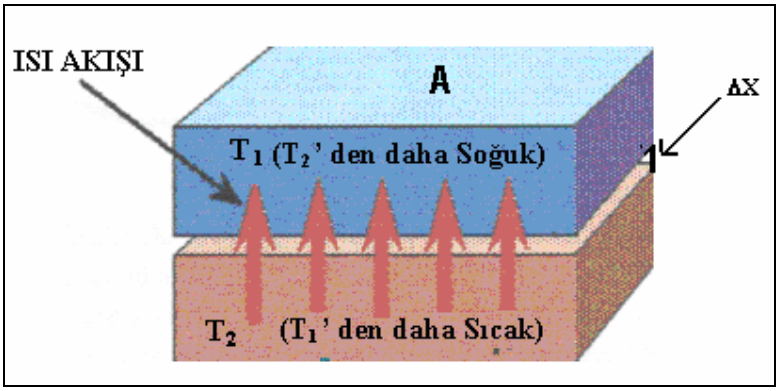
$$dW = P\,dV \qquad \textbf{(}\text{Denklem 1.6}\textbf{)}$$



Şekil 1.8 Silindir içindeki bir gazın hacmi V den V + dV olacak şekilde genişlerken, P basıncındaki gaz hareketli piston üzerinde bir iş yapar.

1.18.2 Isı Akışı

İki farklı sıcaklık ortamına sahip birbirleriyle temas halinde cisimler olsun. Şekil 1.9'daki gibi sıcak cisimden soğuk cisme doğru ısı akışı olacaktır. Sonuçta, sıcak olan cisim daima soğur, soğuk olan cisim de daima ısınır. Termodinamiğin birinci kanununa göre belli bir süre sonra her iki cisim de aynı sıcaklığa ulaşır ve ısı akışı durur.



Şekil 1.9 Isı akışı

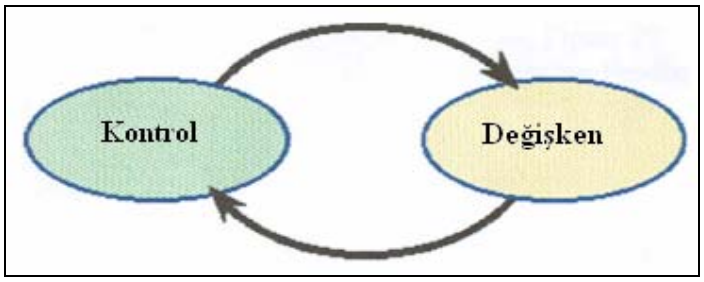
Isı akışı sadece, iletim ortamının iki noktası arasında sıcaklık farkı varsa oluşur. Sıcaklıkları farklı iki blok arasındaki dikdörtgenler prizması şeklindeki boş alanı göz önüne alırsak, A kesitinden ve ΔX kalınlığından Δt süresince sıcak yüzeyden soğuk yüzeye ΔQ kadar ısı aktarılır. Isının akış hızı olan ΔQ/Δt kesit alanı ve sıcaklık farkı ile doğru, kalınlık ile ters oarantılıdır.

$$H = -k.A.\frac{dT}{dX} \qquad \textbf{(}\text{Denklem 1.7}\textbf{)}$$

k : Malzemenin ısıl iletkeliği, dT/dX : sıcaklık gradiyentidir. Eşitlikteki (-) işareti, ısı akışının azalan sıcaklık yönünde olduğunu gösterir. Hızlı hareket eden sıcak atom gruplarının yanında yavaş hareket eden soğuk atom gruplarını düşünürsek, hızla hareket eden sıcak atomlar soğuk atomlara çarpışırlar ve bu yolla ısı akışı olur. Çarpışma esnasında sıcak atomlardan soğuk atomlara doğru enerji aktarılır ve hızları da artar. Bu basitleştirilmiş model, hatırlamanızı kolaylaştırmak için faydalıdır ancak bu tanım tam olarak doğru değildir. Gerçekte atomlar termal enerji değişimi için çarpışma yapmazlar. Her bir atom elektrik ve magnetik alana sahiptir ve bu alanlar arasında enerji transferi olur.

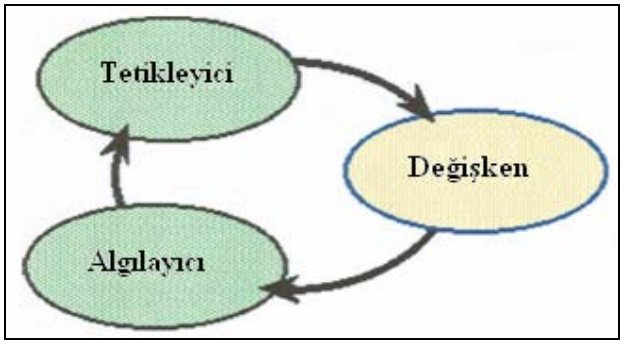
1.18.2.1 Isı Akışını Etkileyen Faktörler

Isı akışının miktarı hakkında bir denklem geliştirebiliriz. Isı akışını etkileyen bütün farklı faktörleri düşünelim. Sıcak ve soğuk cisimler arasına sıkıştırılan bir materyal varsayalım. Isı akış miktarı, materyalin doğal yapısına, sıcaklık farkına, yüzeyine ve kalınlığına bağlıdır.



Şekil 1.10 Kontrol döngüsü

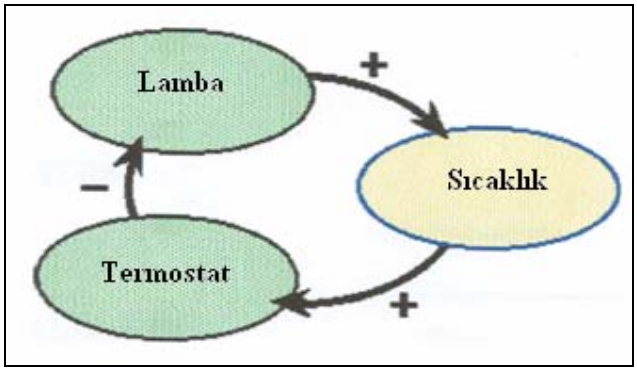
Bir çok madde akar. Su arklardan ve borulardan akar, elektrik yükü tellerden akar, hava uçağın kanatlarının üzerinden akar ve ısı sıcaktan soğuğa doğru akar. Kapalı bir kaba akan miktar; tel, boru ve arklardaki birim kesitten geçen miktara bağlıdır. Tabi ki negatif geri-iletim ilkesi çok ilginçtir. Bu kontrol şeklinde, sistem durumunun değişimini daha fazla veya daha az miktarlarda sabit tutmak için düzenler. Şartlar maksimum seviyeye ulaşınca alglayıcı, tetikleyiciye bir mesaj gönderir ve harekete geçirici, değişimden dolayı akıntıyı durdurur veya tersine çevirir.



Şekil 1.11 Geri-iletim döngüsü

Bazı durumlarda ısı transferini kontrol etmek önemlidir. Isının kesilmesine rağmen, bazı cisimlerin sıcaklığı çok fazla artabilir. Bazı canlıların, otomobil motorlarının ve elektronik aletlerin hepsinin kolay ve hızlı bir şekilde ısıyı kesebilecek mekanizmalara ihtiyaçları vardır. Oysa bazı durumlarda da mümkün olduğunca ısı kaybını azaltma yoluyla, ısıyı korumaya ihtiyaç duyulabilmektedir. Örneğin kış mevsiminde bir binanın yalıtımı ve bebek kuvözü. Bu durumlarda, amaç ısı transferini azaltmaktır.

Kuvözler, genellikle erken doğmuş bebekleri fiziksel dünyayla uyumlarının sağlanmasının kolaylaştırmak amacıyla kullanılır. Kuvözde dışarıya ısı akışı (soğuma) içeriye yeni ısı verilmesiyle karşılanır. Akış ve toplama (biriktirme), negatif geri-iletim ile kontrol edilir. Yeni ısının içeriye akışı, bir anahtar (termostat) yardımıyla, sensör (alıcı) tarafından kontrol edilir. Termostat, sıcaklık yeterince yüksek olduğu zaman içeriye ısı akışını durdurur ve kuvöz çok soğuduğu zaman tekrar ısı akışını başlatır.



Şekil 1.12 Negatif geri iletim

1.18.2.2 Isı Akışının Denklemi

Biri T_1 diğeride T_2 sıcaklığında iki cisim olsun ve T_2, T_1'den daha sıcak olsun.T_2'den T_1'e akan ısıya Q diyelim. Isı akışının olabilmesi için cisimler arasındaki materyalin ısıyı birinden diğerine iletmesi gereklidir.Bazı faktörler, materyallerden akan ısı miktarlarını etkiler. Bunlar:

- **Kalınlık:**

Kalınlık d, temas halindeki materyalin ısı akışını etkiler. Her şeyi sabit tutup, kalınlığı artırırsak, ısının akışı çok daha zor olacaktır. Kalınlığı iki katı daha artırırsak ısı akışı yarıya düşecektir. Kalınlığı yarıya indirirsek, ısı akışı iki katına çıkacaktır. Yani kalınlıkla ısı akışı arasında ters orantı söz konusudur.

- **Alan**:

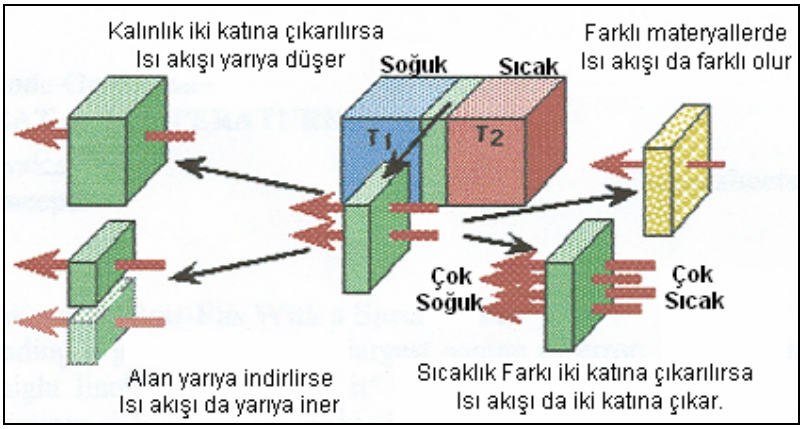
İki cisimle temas halindeki materyalin alanı A, ısı akış miktarını etkiler. Her şeyi sabit tutup, alanı artırırsak ısı akışı iki katına çıkar. Alanı yarıya indirirsek, ısı akışı da yarıya iner. Yani alan ile ısı akışı arasında doğru orantı vardır.

- **Sıcaklık Farkı:**

Sıcaklık farkı T_2-T_1 ısı akış miktarını etkiler. Çok sıcaklık farkı, çok ısı akmasına sebep olur. Sıcaklık farkını iki katına çıkarırsak, ısı akış miktarı da iki katına çıkar. Sıcaklık farkı ile ısı akışı arasında da doğru orantı vardır.

- **Materyal:**

Doğal olarak materyalin cinsi, ısı akış miktarın oldukça etkiler. Bazı materyaller ısıyı çok iyi iletirken, bazıları iletmezler. Özgül iletkenlik K, herhangi bir materyalin içinden akıtabileceği ısı akışı miktarıdır. K büyüdükçe daha fazla ısı akacaktır. K'yı iki katına çıkarırsak, ısı akışı da iki katına çıkar.



Şekil 1.13 Isı akışı

Bütün bu etkenler bir denklemde toplanırsa**;**

$$Q = K.A(T_2 - T_1) \Big/ d \qquad \textbf{(}\text{Denklem 1.8}\textbf{)}$$

Q, 2.maddeden 1. maddeye doğru akan ısı miktarıdır. K, iletkenin özgül iletkenliği, A, cisimlerle temas halindeki iletkenin kesit alanı. T_2-T_1 iletkenin içindeki sıcaklık farkı, d iletkenin kalınlığıdır.

1.18.2.3 Isı Birimleri

Isının bir enerji çeşidi olduğu anlaşılmadan önce bilim adamları, ısıyı maddedeki sıcaklık değişimi olarak tarif etmişlerdir. Isı birimi kalori (cal), olup 1 gram suyun sıcaklığını 14,5°C'den 15,5 ^{o}C'ye çıkarmak için gerekli ısı miktarıdır başka bir deyişle kalori, 1 g suyun sıcaklığını 1 ^{o}C artırmak için gerekli ısı enerjisidir. Şu anki ısı tanımı, dikkatli ölçümler yapılarak enerjinin sıcaklığa bağlı olduğunun gösterilmesiyle, daha öncekine göre daha hassas hale getirildi.

Kalori: Bir kalori, bir gram suyun sıcaklığını 1^{o}C artırmak için gerekli olan ısı miktarı olarak tanımlanır ve 1 cal = 4,184 joule'dür. Eğer yiyeceklerdeki ''kalorileri'' sayılmak istenirse, gerçekten kilokaloriler sayılmış olur. Çünkü, yiyeceklerden aldığımız kalori binlerle ifade edilebilir ve aslında beslenmede bahsedilen 1 kalori, bir kilokaloridir.

İngiliz Isı Birimi (BTU, British Thermal Unit): Bir BTU, 1 Librelik (değişik zamanlarda değişik yerlerde farklılık gösteren ağırlık ölçüsü, 4,54 gram) suyun sıcaklığını 1 Fahrenheit derece artırmak için gerekli olan ısı miktarıdır. Eş değeri ise 1055 joule'dür. ABD'de, kalorifer ocağının havayı ısıtma kapasitesi ve klimaların havadan enerji ayırması yetenekleri BTU ile ifade edilir.

Benzer şekilde, İngiliz birim sisteminde ısı birimi İngiliz termal birimi (Btu), 1 lb'luk suyun sıcaklığını 63 ^{0}F'den 64 ^{0}F'ye çıkarmak için gerekli ısı miktarı olarak tanımlanır. Şimdi ısının bir enerji biçimi olduğu bilindiğinden, bilim adamları, genellikle SI birim sistemindeki ısı birimi olarak kabul edilen Joule'ü kullanmaktadırlar. Sık kullanılan ısı birimleri arasındaki bazı pratik çevrimler;

1 cal = 4,186 J = 3,968 x 10^{-3} Btu,
1 J = 0,2389 cal = 9,478 x 10^{-4} Btu
1 Btu = 1055 J = 252,0 caL.

1.18.2.4 Isının Ölçülmesi

Isı, konveksiyon (gazın ısınıp yükselmesi ve başka bir yerde soğuyup ağırlaşarak aşağı inmesi), taşıma ve radyasyon yoluyla transfer edilir. Isı, sıcaklık farkından dolayı bir cisimden başka bir cisme aktarılan ısıl enerjidir. (Bazı makaleler ısıl enerji ile ısıyı ayırt etmezler, ikisini de aynı kavramlar olarak ele alırlar. Isı ile ısıl enerji arasındaki farkın, ısı ile sıcaklık arasındaki fark kadar üzerinde durulmasına gerek yoktur.)

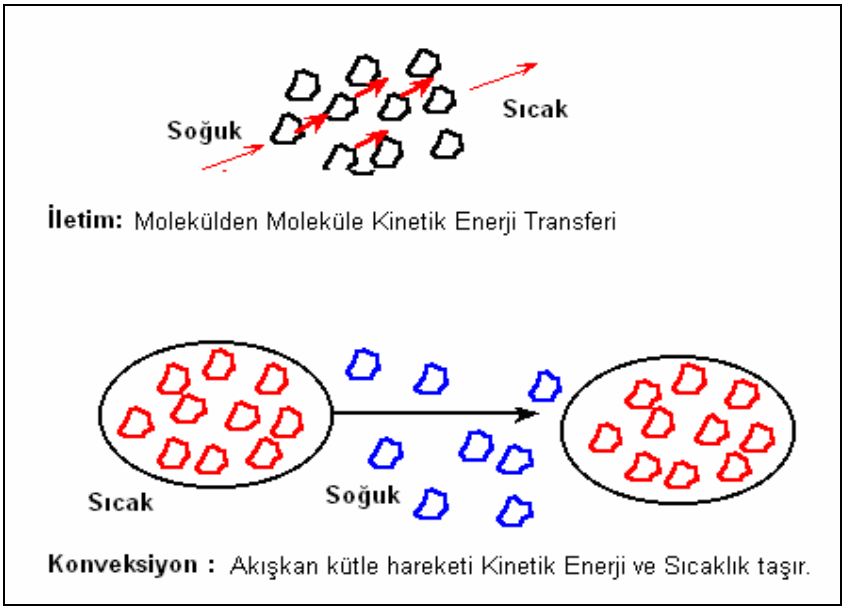
$$Q_{ısı} = \Delta E_{termal(ısıl)} \qquad \text{(Denklem 1.9)}$$

Isı enerjisi, kalorimetreler ile ölçülür. Isıyı ölçmek için doğrudan bir metot yoktur. Ancak dolaylı metotlar kullanılmaktadır. Katı ve sıvıların özgül ısılarının ölçülürken kullanılan metoda göre; sıcaklığı bilinen bir kaptaki belirli miktar suyun içine, yine sıcaklığı bilinen bir madde atılır ve bunlar ısıl dengeye ulaştıktan sonra suyun sıcaklığı tekrar ölçülür. Enerjinin korunumuna göre, sıcak maddenin verdiği ısı suyun aldığı ısıya eşittir. Yani ısıl dengeye gelinceye kadar ısı alışverişi devam eder

1.19 Isı Transferi Yöntemleri

İletim: En basit ısı transferi işlemine ısı iletimi denir. Isı transferine, atomik ölçekteki moleküller arasındaki kinetik enerji değiş tokuşu olarak bakılabilir. Isı iletimi sadece, iletim ortamının iki noktası arasında sıcaklık farkı varsa oluşur. Isının sıcak yerden soğuk tarafa doğru aktığı deneylerle ispatlanmıştır. Madde içerisindeki ısı moleküller arasındaki titreşimler ile bir molekülden diğerine enerji aktarımı şeklinde olur. Hem katılarda hem de akışkanlarda görülür. Isı iletimi olayı sıcaklık ve ısı kavramlarının tamamen farklı kavramlarolduklarını açıkça vurgulamaktadır. Uçları arasında aynı sıcaklık farkı olan değişik çubuklar eşit zamanlarda farklı miktarlarda ısı iletebilirler.

Taşınım: Sadece akışkanlarda görülür. Akışkanlar, kütle hareketleri ile bir yerden başka bir yere hareket ederken kendi özelliklerini taşırlar. Bu yöntem atmosferdeki temel taşıma yöntemlerinden biridir. Atmosferdeki nakil hareketi ısı hareketi için çok önemlidir. Sıcaklığı artırılan maddenin hareketiyle aktarılan ısıya konveksiyon ile aktarıldı denir. Yoğunluk farkıyla hareket oluştuğu zaman, buna doğal konveksiyon denir. Bazı ısıtma sistemlerindeki sıcak hava veya sıcak su gibi ısıtılan madde, bir pervane veya pompa aracılığı ile hareket etmeye zorlanırsa, bu işleme de zorlanmış konveksiyon denilir. İletim ve konveksiyon metodu şu şekilde gösterilmektedir.



Şekil 1.14 Isı transferi metotları

Isı (yani enerji) bir cisme girdiği zaman iki şeyden bir tanesi olur:

1- Cismin sıcaklığını yükseltebilir yani ısı maddenin moleküllerinin hızlarını artırmak için kullanılabilir. Kelvin sıcaklığı bir maddenin moleküllerinin ortalama kinetik enerjileriyle orantılı olduğundan moleküllerin ortalama kinetik enerjilerini artıran bir faktör sıcaklığı da artırır. Moleküllerin kinetik enerjileri artarsa, hızları da buna bağlı olarak artar, fakat kinetik enerjideki bu artış, moleküllerin hızındaki artışın karesi ile orantılıdır, doğru orantılı değildir.

2- Cismin hal değiştirmesine neden olabilir. Örneğin, madde buz ise, eriyerek suya dönüşebilir. Fakat sürpriz bir şekilde bu değişim sıcaklık artışına sebep olmaz. Buz moleküllerinin erimeden önceki ortalama kinetik enerjileriyle, su moleküllerinin eridikten sonraki ortalama kinetik enerjileri aynıdır. Bu hal değişiminde ısı soğurulmasına rağmen soğurulan enerji, moleküllerin hızlarını artırmak için kullanılmaz. Burada enerji, moleküller arası bağları değiştirmek için kullanılır. Hal değişimi sırasında, moleküllerin diğer moleküllere göre potansiyel enerjisi artacak şekilde bağ oluştururlar.

Işınım(Radyasyon): Isıyı iletmenin üçüncü yolu ise ışınımdır. Bütün cisimler sürekli olarak elektromanyetik dalgalar şeklinde enerji yayarlar. Isı enerjisinin, bir konumdan diğerine aktarımı ile ilgili ışınım, kızıl ötesi ışınım olarak bilinir. Elektromanyetik ışınım aracılığı ile güneşten dünyamızın 1 metrekaresine, saniyede yaklaşık olarak 1340 J ısı enerjisi ulaşmaktadır. Bu enerjinin bir kısmı uzaya geri yansır, bir kısmı da atmosfer tarafından soğurulur. Bir cismin çevreye verdiği ışınım enerjisi, kendi sıcaklığının dördüncü kuvveti ile doğru orantılıdır. Bu *Stefan Kanunu* olarak bilinir ve aşağıdaki ibi gösterilir.

$$P = \sigma.A.e.T^4 \qquad \text{(Denklem 1.10)}$$

P: watt(J/s) cinsinden yayılan güç, σ: sabit sayı $5{,}6696 \times 10^{-8}$ $W/m^2 K^4$, A: Yüzey(m^2), e: yayınlanma katsayısıdır ve yüzeyin özelliklerine bağlın olarak 0 ile 1 arasında bir değer alır.

1.20 Öğrencilere Isı Kavramı Nasıl Anlatılabilir?

Öğrencilere göre sıcaklık; ısı enerjisinin yoğunlaştırılmış bir şeklidir. Gerçekten ısı ölçümü için yapılan deneyler, sadece ısı denklemlerine özgü olarak kullanılmaktadır.

$$\Delta Q = m.c.\Delta T \qquad \text{(Denklem 1.11)}$$

Burada ΔQ sağlanan ısı enerjisi, m cismin kütlesi, c cisme özgü ısı kapasitesi ve ΔT sıcaklık değişimidir. Sağlanan ısı enerjisi miktarı ile sıcaklık değişimi arasındaki oranın anlaşılıp anlaşılmadığını pekiştirmek amacıyla ve her ikisinin anlamının birbirine karıştırılmaması için öncelikle kavrama ile ilgili zorlukların nerelerden kaynaklandığı anlatılmalıdır.

Bir kavanozun içine su ve buz karışımı konulur. Yaklaşık 21 ^{o}C' deki bir odaya yerleştirilir. Belli aralıklarla buz karışımının sıcaklığını ölçerler. Buzun tamamı eriyinceye kadar sıcaklık derecesinde herhengi bir değişme olmaz. Birçok öğrenci ilk önce katı buz, erimiş buz ve sıvı suyun eşit sıcaklıkta olduğunu fark edemezler. İç güdüsel olarak buzun sudan daha soğuk olacağını düşünürler. Suyun donarken ki sıcaklığı ile erirken ki sıcaklığının aynı olduğunu öğrenciler kabul etmekte zorlanırlar. Bunun sebebi, her bir durumdaki ısı enerjisi akış yönünün farklı olmasıdır.

Öğrencilerin dikkat etmeleri gereken bir başka nokta ise, sisteme dışarıdan veya içerinden ısı enerjisi akışı olmadığı durumlarda, suyun donmadan ve buzun erimeden kalabilmesi, yani su-buz karışımının değişmeden durabilmesinin mümkün olabileceğidir. Her ikisi de aynı sıcaklıkta ve ısısal denge halindedir. Bir cismin ihtiyacını karşılayan ısı enerjisi cismin sıcaklığının artmasına sebep olabilir, fakat bazı durumlarda bu yeterli değildir. Böyle durumlarda sıcaklık değişimi olmadan faz değişimi olabilir. Bu olağanüstü durumda öğrenciler, sistemin iç enerjisi tanımıyla karşılaşırlar ve bu moleküllerin kinetik enerjilerinde olduğu gibi potansiyel değişimlerinde de etkili olabilir. Bu tartışmadan öğrenciler "Sıcaklıkla sadece moleküllerin kinetik enerjileri dağılabilir" fikrine varırlar. Bu durumda ısı, sistemden sağlanan sıcaklık farkından dolayı oluşan toplam enerji; sıcaklık ise, moleküllerin ortalama kinetik enerjileriyle tarif edilebilir. Potansiyel enerji sıcaklık değişimi

olarak belirtilemez, bundan dolayı ısınma ısısı olarak adlandırılır. Bu seviyede sistem üzerinde yapılan iş konusuna yani iç enerjiye girmek doğru bir yöntem değildir. Fakat ısı ve sıcaklık ile ilgili problemleri ayırt etmek gerekir. Bu yöntem öğrencilerin kafasındaki iç enerji ile ısının aynı şey olduğu fikrinin ortadan kalkmasına yardımcı olur. Bir maddenin iç enerjisi ile ısı enerjisi arasında büyük fark vardır. Isı kelimesi bir noktadan diğer bir noktaya enerji transfer edildiğinde kullanılır. Yani ısı akışı, yalnızca sıcaklık farkı sonucu olan enerjinin transferidir. İç enerji ise maddenin sıcaklığı nedeniyle sahip olduğu enerjidir. İki sistem arasında ısı akışı olmasa bile, enerji transfer edilir.

1.21 Isı ve Sıcaklık Öğretimi

Öğrenciler, fiziğin temel konularından olan ısı ve sıcaklığı birbirinden ayırmakta çok zorlanırlar. Bu nedenle bir çok üniversitenin eğitim fakültelerinde öğrenim gören öğrenciler, ısı konusu öğrenimini geliştirmek ve yanlış öğrenilen kavramları düzeltebilmek için deneyler yaparlar, tartışırlar. Konuyla ilgili olarak Kevin, C. (2000), çalışmasında ısı ve sıcaklık arasındaki farkı ayrıntılı olarak göstermiştir. Sınıf ortamında öğrencilere şu soru sorulmuştur. "Bir çaydanlıkta kaynatılmış olan suyun az bir kısmı çay bardağına dökülüyor. Buna göre çaydanlıktaki ve bardaktaki suların ısı ve sıcaklıklarının karşılaştırılması istendiğinde." Çoğunluk itibariyle öğrenciler; bardaktaki ve çaydanlıktaki suyun sıcaklıklarının aynı, çaydanlıktaki suyun ısısının bardaktaki suyun ısısından daha fazla olduğunu söylerler. Bardaktaki ve çaydanlıktaki suyun sıcaklığının ortalama kinetik enerjisinden dolayı aynı olduğunu söylemişlerdir. Aynı zamanda öğrenciler ısı için moleküllerin kinetik enerjilerinin toplamının, molekül sayısının ve madde miktarının önemli olduğunu belirtmişlerdir. Çaydanlıktaki su miktarı bardaktakinden fazla olduğundan çaydanlıktaki suyun ısısı daha fazladır.

1.22 Öğrencilere Isı ve Sıcaklık Nasıl Öğretilmelidir?

Isı fiziği öğretimine başlamadan önce, öğrencilerin geçmişte öğrendiklerini ve ısı ile sıcaklık konularındaki düşüncelerini belirlemek önemlidir. Bu amaçla, sınıftaki öğrencileri gruplara ayırarak her bir gruba ısı ve sıcaklık terimlerinin tarifini yapmaları söylenir. Yapılan tanımlamalar bir kâğıda yazılarak, bütün oturum

süresince bu tanımlamalar tartışılır. Yapılan birkaç tanımlamadan sonra, öğrencilere ısı ve sıcaklık hakkında aynı şeyleri düşünüp düşünmedikleri sorulur. Cevaplar gelmeye başladıktan sonra her bir nicelik için ölçü birimlerinin isimleri yazmaları istenilir.

Sınıf içerisinde yapılan gözlemlerde ilk soruya verilen cevapların genellikle, "Isı, sıcak bir cismin enerjisi ve sıcaklık ise ısı ölçüsü birimidir." şeklinde olduğu görüldü. Bazı tanımlamalarda ise sıcaklığın; soğuk veya sıcak hissedilen şeylerin ölçümü şeklinde olduğu belirtildi. Tartışmalar sonucunda her ikisinin de aynı şeyler olmadığı hakkında genel bir fikir birliğine varıldı. Sınıf ortamında yapılan bu gözlemde, bir öğrenci "Eğer her iki kelime de aynı anlam taşıyor olsaydı ayrı ayrı iki kelime kullanılmazdı." diyerek fikrini söyledi. Genellikle her iki terimle ilgili yapılan tanımlamalar, aralarındaki farkı açık bir şekilde ortaya koyamamaktadır. 'Enerji' kelimesi 'ısı' ile 'ölçüm' kelimesi 'sıcaklık' ile ilişkilendirilmektedir. Isı ve sıcaklık arasındaki farka ikna olan öğrencilerin, birimleri doğru bir şekilde kullanırlar.

1.23 Isı ve Sıcaklığın Öğretilmesinde Takip Edilecek Yöntem

Araştırmacılar öğrencilerin öğrenme zorluklarıyla ilgilenme konusunda uzlaşmaya vardıkları halde, uygun pedagojinin ne olacağı konusunda bir uzlaşmaya varmış durumda değildirler. Öğretmenlere yapılan tavsiyelerde, ısı ve sıcaklık konusunun daha iyi anlaşılabilmesi için konular sıraya göre takip edilmesi ve eğitimsel değerlerinin sorgulanması önerilir. Yapılan bir başka tavsiye ise, ısının etkilerinin anlaşılması ve daha yaygın ders konularının temel özelliklerinin öğrenilebilir hale getirilmesidir. Şayet birisinin açıkça enerji olduğu anlaşılırsa, ısı ve sıcaklık arasındaki farkı bilmek daha kolaydır. Genellikle ısı ve sıcaklık kavramları aynıymış gibi düşünülür fakat aynı değildir. Fazla ısı, fazla sıcaklık demek değildir. Öğrencilerin ısı ve sıcaklıkla ilgili kavram yanılgılarını tespit etmek için sınıf içinde öğrencilerle sohbet ederken çeşitli sorular sorduk. Bu sorulardan bir tanesinde öğrencilere "yanan bir kibrit çöpünün mü yoksa deniz suyunun mu" ısısının yüksek olduğu sorulduğunda, öğrencilerin çoğunluğu yanan kibrit çöpünün ısısının daha yüksek olduğu cevabını vermişlerdir. Öğrencilere "Yanan bir kibrit çöpünün ısısının mı yoksa sıcaklığının mı fazla" olduğu şeklinde sorulduğunda çoğunluğu sıcaklığının daha yüksek olduğu cevabını verirler.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Öğrenciler için fiziğin birçok zor kavramları bulunmaktadır. En alt seviyeden, en üst seviyeye kadar iyi bir fen eğitimi verebilmek için; bilimsel konularla birlikte konunun özünü anlatırken öğrencilerin de seviyesine inilmelidir. Değişik kavram yanılgılarının tespiti, orta öğretimden üniversite seviyesine kadar fizik öğretimi için değişik fikirlerin ortaya çıkmasına sebep olur. Isı ve sıcaklık üniversite fiziği için kavramsal olarak zengin bir alandır. Kavram yanılgıları açısından bakıldığı zaman, çok fazla bir tanımlamanın yapılmadığı görülmektedir. Termodinamiğin seçilen temel konuları hakkında, üniversitedeki fizik öğrencileri ile yapılan çalışmalarda sahip oldukları kavram yanılgıların çok fazla olmadığı görülmektedir. Fizik öğretimindeki bu çalışmaların amacı, öğrencilerin daha yararlı bir şekilde öğrenim görmelerini sağlamak için yapısal stratejiler geliştirmektir.

Kavram yanılgılarının bir çeşidi de öğrencilerden kaynaklanan yöntem farklılıklarıdır (Maier, 2004). Kavram yanılgısı, yanlış olan bilgilerin ezberlenmesinden kaynaklanabilir. Fizikteki kavram yanılgıları, eğer fizikçiler tarafından tespit edilirse çözümün daha kolay olabileceğini belirtmişlerdir. Aslında bir kavram yanılgısının gelişiminin temelinde yine onun çözümü yatmaktadır. Piaget'in zekâ modeline göre bir kavramın anlaşılabilmesi için denge durumuna yerleştirilmesi gerekir. Eğer gerçekten bu çağdaki öğrencilere yeterli bilgi kazandırılırsa, kontrolsüz yollarla yerleşip gelişen kavram yanılgıları önlenebilir. Kavram yanılgılarının kazanımı veya çözümlenmesi için öğrenciler, doğrudan kavram yanılgıları tecrübeleriyle karşılaştırılmalıdır (Maier, S., 2004). Bu yüzden kavram yanılgıları hakkında konuşmak, kavramların ve kısmen fizik kurallarının daha iyi öğrenilmesinde büyük fayda sağlayabilir. Öğrenciler, standart bilimsel modellerle çelişen, kendi alternatif modelleriyle öğrendikleri kavramlarla genellikle kendi kavram yanılgılarını geliştirirler. Kavram yanılgılarının gelişim yöntemlerinin belirlenmesi, kelimelerin günlük hayatta kullanılmaları ve başka bilimsel içerik olarak kullanılmalarından kaynaklanan karışıklığın üstesinden gelinmesine yardımcı olabilir. Yapılan çalışmalar öğrencilerin ısı ve sıcaklık terimlerini ayırt edemediklerini ortaya çıkarmıştır (Ericksson, G. L., 1985). Öğrenciler bir cismin ısıl tarihi için önemli

olabilecek çevresel etkenleri düşünmezler (Tiberghien, A., 1985). Bazı bilim adamları yaptıkları çalışmalarda öğrencilerin ısıl denge kavramını iyi bir şekilde kavrayamayacaklarını belirtmişlerdir (Strauss, S., ve Stavy, R., 1983; Arnold, M., ve Millar R., 1996).

Konuların ayrıntıları ve zorlukları öğrencinin seviyesine uygun bir şekle getirilmelidir. Örneğin son yıllarda fizik eğitiminde sıcaklık ve ısı konusunda, konunun öğretiminde ve özellikle temel seviyesinde, basitleştirilerek öğretilmesi öğretimin genel bir metodudur. Carlton (2000), ısı konusu hakkında öğrencilerin karşılaştıkları güçlükleri görüp hangi konuların temel seviyede verilmesi gerektiğini belirtmiştir. Aynı zamanda Carlton, içeriği geniş ve ağır konuların daha sonraki zamanlara bırakılması gerektiğini belirtmiştir. Carlton'un yaklaşımına göre öğretmen konuyu, öğrencilerin anlayabilecekleri seviyede müfredat programının genişliğiyle orantılı olarak ve dengeli bir şekilde anlatmalıdır.

Bu alanda ilk araştırmayı Erickson (1979), 12 yaşındaki öğrencilerle yapmıştır. Çalışmanın başında öğrenciler çeşitli malzemelerle çalışmışlar ve daha sonra kendilerine sözlü sorular sorulmuştur. Bu olaylar video kasetlerine kayıt edilmiştir. Bu kasetlerin analizi sonucunda öğrencilerde aşağıdaki kavram yanılgıları bulunmuştur:

- Isı maddelerin yükselmesine sebep olur.
- Isı maddelerin belli bir kısmında toplanır.
- Soğuk ısının zıt anlamıdır.
- Isı hava veya buhar gibi bir maddedir.
- Bir nesnenin sıcaklığı hacmine veya büyüklüğüne bağlıdır.
- Bütün nesneler soğuk ve ısının karışımına sahiptirler.
- Sıcaklık, bir nesnenin içindeki soğuk ve ısı karışımının ölçümüdür.

Erickson, D. L., (1979), 6 yaşından 13 yaşına kadar olan öğrencilerle ilgili bir çalışma yapmıştır. Teyple kaydettiği röportajlar esnasında, öğrenciler doğal ısı değişiklikleri ile ilgili somut birçok materyaller göstermişlerdir. İlk olarak ısı ve sıcaklık alanındaki öğrencilerin düşünceleriyle ilgili model yaklaşımlar ortaya koymak gerektiğini belirtti. İkinci olarak bir öğretimsel çerçeve içinde kullanılması

gereken bilgilerin verilmesi gerektiğini belirtmiştir. İlk ve orta dereceli okullardaki müfredatta bulunan konularla ilgilenmiştir. Isı ve sıcaklığın çocukların ilk yaşlarından itibaren doğal olarak tecrübe edebilecekleri kavramlar olduğunu belirtmiştir. Konu hakkındaki yanlış inanışlardan dolayı, öğrencilerin ısı ve sıcaklık kavramlarını karıştırdıklarını tespit etmiştir. Belli bir alandaki röportaj verilerinden yararlanılarak öğrencilerin kafalarındaki düşüncelerinden bir kimlik tespiti yapılabileceğini söylemiştir. Bu tip bir incelemenin yapılması, öğretmenlerin ve müfredat geliştiricilerin şu tip sorulara cevap bulmalarına yardımcı olacağını belirtmiştir:

- Öğrencinin düşünce sistemine uygun öğretici metotları nasıl geliştirilebilir?
- Yanlış kavramlar özel bir derece veya yaş seviyesi ile gösterilebilir mi?
- Kavram yanılgılarının belirli çeşitlerinde öğrencilere yardımcı olabilecek bazı ortak noktalar nelerdir?

Erickson (1980) 5., 7., ve 9. sınıf öğrencileri ile bir çalışma daha yaptı ve bir önceki çalışmada bulduklarına paralel şeyler buldu. Daha sonra Kesidou ve Duit (1993), onuncu sınıf öğrencileri ilekarşılıklı konuşarak termodinamiğin ikinci kanunu nasıl anladıklarını anlamaya çalıştı. Çalışmalarında öğrencilerin pek çoğunun aşağıdaki görüşlere sahip olduklarını buldular:

- Sıcaklık bir enerji şeklidir ve/veya ısının birimidir.
- Parçacıkların oynaması ısıdır.
- Isı yüksek sıcaklıktır.
- Sıcaklık bir maddeden diğer maddeye geçer.

Lise öğrencileri ile yapılan farklı bir çalışmada, öğrencilere gerçek hayattan olayları içeren problemlere dayalı klasik sorular soruldu. Bu sorulara verilen cevaplar incelendiğinde, öğrencilerin çoğunun aşağıdaki görüşlere sahip olduğu bulundu (Jara-Guerrero, 1993):

- Oda sıcaklığı sıfırdır.
- Isı ve sıcaklığın farklı olduklarını söylemelerine rağmen, öğrenciler bunları birbirlerinin yerine kullanmışlardır.
- İnsan vücudunun sıcaklığı bulunduğu oda sıcaklığına eşittir.

- Nesnelerin kendi sıcaklıkları vardır.

Lewis ve Linn (1994) erginler, yetişkinler ve bilim adamları üzerinde güncel hayatta kullanılan termodinamik kavramlarının algılanmaları ile ilgili bir araştırma yaptı. Bu araştırmada aşağıdaki görüşlerin birçok ergin ve yetişkinlerde olduğunu ve hatta bir bilim adamının da aynı görüşlere sahip olduğunu buldu:

- Yalıtkanlar ısıyı çabuk ilettiklerinden dolayı onları sıcak hissedemeyiz.
- Metaller soğuğu çekerler, emerler ve tutarlar. Bundan dolayı nesneleri soğuk tutmak için alüminyum folyo tercih ediyorlar.
- Yünün nesneleri ısıttığını düşündükleri için soğuk nesneleri yalıtmada yünü tercih etmiyorlar.

Yılmaz, A. ve Sürmeli E. (2003) Lise 1. sınıf öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konularındaki kavram yanılgılarını üç-aşamalı çoktan seçmeli sorularla bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada aşağıdaki görüşlere sahip olduklarını bulmuşlardır:

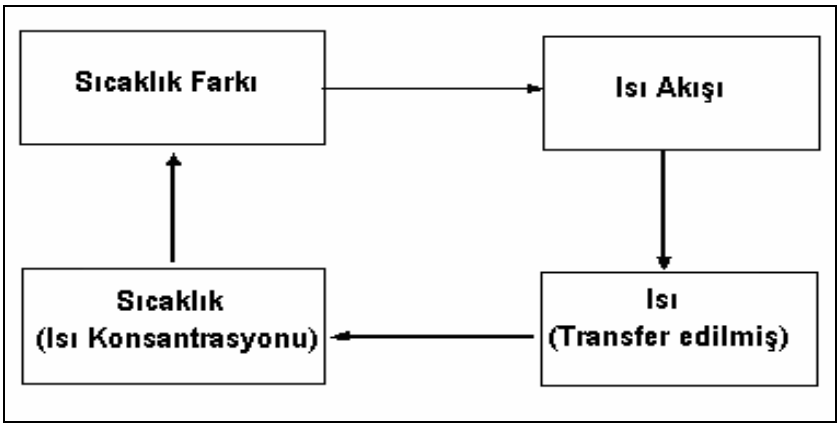
- Isı ve sıcaklık aynıdır.
- Sıcaklık maddenin miktarına veya büyüklüğüne bağlıdır.
- Bir nesnenin sıcaklığı o nesnenin içindeki havayla orantılıdır.
- Eğer bir nesnenin sıcaklığı veya soğukluğu çevresindekinden farksızsa, o nesnenin sıcaklığı yoktur.
- Isı fiziksel bir nesnedir.
- Alüminyum folyo nesneleri soğuk tutmak için en iyidir.
- Sıcaklık bir nesneden diğerine geçebilir.
- Bir nesnenin sıcaklığı yapıldığı maddenin türüne bağlıdır.
- İki çeşit ısı vardır: sıcak ve soğuk.
- Nesneyi soğutmak için içine hava girmelidir.
- Soğutmak veya ısıtmak için gerekli zaman nesnenin hacim ve büyüklüğünden bağımsızdır.
- Aynı ortamdaki sıvılar katılardan daha soğuktur.
- Isıtılan nesnelerde ısı emişi nesnenin büyüklüğüne bağlıdır.
- Yünlü maddeler nesneleri sıcak tutmak için iyidir, ama soğuk tutmak için değildir.

Carlton (2000)'un ısıl fiziğin nasıl öğretileceği hakkındaki çalışmaları fizik eğitimine birçok katkı sağlamıştır. Carlton'un çalışmalarında eksik bilgiler olmasına rağmen, onun ısıl fizik konusuna çok değerli katkılar yaptığı bilinmektedir.

Carlton'a göre;

- Birçok insan için zor olan doğal kavramların bulunduğu kabul edilir.
- Öğrencilerin kendi kafalarına yerleşmiş olan çeşitli fikirlerle derse geldikleri tespit edilmiştir.
- Öğrencilerin sahip olduğu net fikirlerin üzerinde durularak, bu fikirler bilimsel anlayışın kurulması için başlangıç noktası gibi düşünülmelidir.
- Bilimsel olarak makul olmak şartıyla, öğrencilerin hem anlayabileceği hem de benimseyebileceği derecede kolay, bir seviye gösterimine gidilmelidir.

Carlton ısıl fiziğin içeriğini analiz ederken öğrencilerin çeşitli fikirlerini, temel seviyedeki derslerde ne kadar bir ilerlemenin mümkün olabileceğini görüşlerinde belirtmiştir. Ayrıca üzerinde durulması gereken konular ile sonraya bırakılması gereken konuları tavsiye etmiştir. Bu yöntemle uygun seviyedeki sadeleştirme için öneriler sunmuştur. Carlton tartışma, gözlem ve deneyleri öğretmek için yapmış olduğu araştırmalar sonucunda çok önemli iki konunun kısmen aynı olduğunu açıklamıştır. Carlton'a göre öğrenciler, ısı ile sıcaklık arasındaki farkı bilmek zorundadırlar. Bu farklı ortam sıcaklıkları için enerji taşınımı şeklinde olmaktadır.



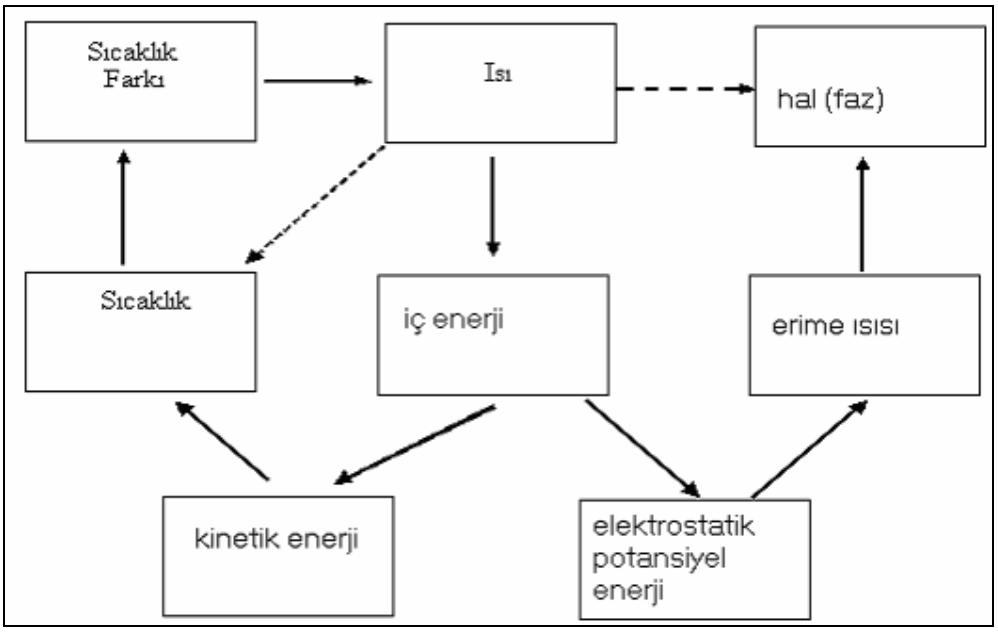
Şekil 2. 1 Carlton'a göre ısı ve sıcaklığın planı

Fizikle ilgili basitleştirmenin nasıl yapılacağını tavsiye ettiği zaman, Carlton'un fikirlerinin çelişen bilgiler olabileceği beklenir. Kısmi olarak, onun seçmiş olduğu ısı tanımlaması şüphelidir. Isı akışı terimi, sıcaklık farkının bir sonucu olarak ortaya çıkan enerji transferi metodu anlamında kullanılmakta ve ısı aynı yöntemle transfer edilmiş enerji manasına gelmektedir. Carlton (2000), bu tanımlamayı kullanarak öğrencilere; sıcaklığı, ısı enerjisinin konsantrasyonunun bir ölçümü olarak tanımlanabileceği fikrini göstermiştir. Bu tanımlamalar Şekil 2.1'deki dönüşümlerde kavramlar arasındaki ilişkilerle gösterilmiştir. Sıcaklık değişimlerine (ısı enerjisi konsantrasyonu) sahip olan bir cisimdeki ısı enerjisi değişimine sebep olan ısı akışını başlatan sıcaklık farkını Şekil 2.1 gösterir. Carlton kendisinin bu yaklaşımının bir sınır, fakat kabul edilebilir sınır olduğuna inanmaktadır. Bununla öğrencilerin kafasında, iç enerjiyle ısının aynı şey olduğu izlenimini bırakır. Bu plan iç enerjiyle ilgili fikirleri çağrışım yaptırmaz ve ısı ile sıcaklık arasındaki ilişkiyi açıklamak için moleküler modeller (moleküllerin kinetik enerjisi) ve çıplak gözle görülebilen doğal olaylar (ısı, sıcaklık) arasındaki geçişi sağlamaz. Bu giriş seviyesi için önemli olan, basit analizlerde geçerlidir. Fakat basitleştirilmiş bu seviye, kullanılan fikirlerdeki tutarlılık ve açıklık olduğu sürece başarılı olabilir. Hal değişimi olmaksızın, mutlak sıcaklıktan ısıtılan bir cismin son sıcaklığı, sıcaklık farkının bir sonucu olarak, transfer edilmiş enerjinin konsantrasyonu olarak ifade edilebilir (Carlton'un tanımlamalarındaki ısı enerjisi konsantrasyonu gibi). Bununla birlikte Kelvin'in sıfır derecesinde olmayan hiçbir cisim için bu tanımlama sağlanamamıştır. (Pratik olarak bu hiçbir zaman mümkün değildir).

Bu, çok kolay gibi görünmesine rağmen, ideal veya teorik şartlardaki bazı tanımlamalarda geçerli olabilir. Bununla birlikte, hal değişiminin olduğu durumlarda açık bir şekilde tutarsızlık bulunmaktadır. Oda sıcaklığında, mutlak sıfır derecede laboratuara yerleştirilmiş bir buz parçasının sıcaklığı, sanki bir ısıtma varmış gibi artar. 273 ^{o}K'deki buz parçasının sıcaklığı, kendisine transfer edilmiş enerji konsantrasyonu verilmiş gibi görülebilir. Bir sıcaklık değişimi olmaksızın enerji transferi konsantrasyonu şeklinde (sıcaklık farkının bir sonucu olarak devamlı ısı akışı şeklindeki enerji transferi) erime olur. Eğer sıcaklık, ısı enerjisi konsantrasyonunun bir ölçümü ise o zaman sıcaklığın erime esnasında artması gerekmektedir. Fakat bu tabii ki rastgele bir olay değildir. Bu tanımlamalar sistemi

mantıksal olarak tutarsız ve yetersiz olduğundan dolayı karmaşıktır. Daha da kötüsü, bu tanımlamalardaki yaklaşımın yerine, ısı sürekli olarak sıcaklığın arttığı ortak bir kavram ile tarif edilebilir (ve böylece öğrenciler suyun her zaman buzdan daha sıcak ve buharın sürekli sudan sıcak olması gerektiğini söylerler).

Isı ve sıcaklık arasındaki ilişkinin açıklandığı, Homerton kolejinde kullanılan materyaller Şekil 2.2'de gösterilmiştir (Taber, 1999). Şekil, sıcaklık farkına uygun transfer edilmiş olan enerji yöntemiyle oluşan ısı tanımına dayanmaktadır (Pitt, 1977; Slesser, 1988). Carlton (2000)'un analizine benzer şekilde bu yapılan işlemlerde hacim değişikliği dikkate alınmaz.



Şekil 2. 2 Homerton'un ısı ve sıcaklık ilişkisi

Isı akışı, sıcaklık farkının bir sonucudur ve sıcaklık değişimine veya hal değişimine sebep olur. Burada ısı akışı parçacıkların iç enerjisini artıran,bir moleküler modelinin terimi olarak açıklanır. Bu modelde iç enerji potansiyel ve kinetik olabilir, sıcaklıkda parçacıkların ortalama kinetik enerjilerinin bir ölçümü olarak tanımlanmıştır. Her ne kadar bazı eksiklikleri olsa da bu şema ilişkileri açıklaması yönüyle uygundur. Ortaya çıkan bu şemanın düzeyi, Homerton kolejindeki öğrenciler ve öğretmenlerin eğitiminde kullanılan analizlerin sonucunda belirlenmiştir. Bu şemayı anlatan

öğretmenlerin, her ilişkiyi ayrı ayrı açıklamaları gerekir. Carlton, makalesinde benzer analizleri yapmış fakat bu plandakiyle farklı tanımlamaları kullanmıştır.

Erickson, G. L., (1979) ısı ve sıcaklık hakkında yaptığı çalışmadaa şu görüşleri belirtmiştir: Belki de insanın ısıyla ilgili ilk tecrübesi, sıcak ana rahminden soğuk dünyaya geldiğinde, yani yeni doğmuş bir bebeğin sıcak ile soğuğu fark etmesiyle başlıyordur. Isı insanların yaşamlarını sürdürebilmeleri için gerekli olan en temel bilgidir. İnsanların günlük yaşantılarını da büyük ölçüde etkileyen ısı, fiziğin en önemli konularından birisidir. Isıl fizikteki bu özellik, fizik öğreticileri için aynı zamanda hem avantaj hem de dezavantajdır. Eğitimdeki geçerli olan görüşe göre, sınıfa gelen ve bir bilimsel konuyu öğrenip geliştiren öğrenciler, öğrendiklerinin kendilerine nasıl gerekli ve yararlı olacaklarını bilmek isterler. Isı fiziğinde birbiriyle bağlantılı birçok deney vardır. Deneysel tecrübeye dayalı birçok yararlı bilgiler olmasına rağmen, öğrenciler hâlâ yanlış kavramlarla ilgili bilgiler öğrenmektedirler. Isı fiziği hakkında herhangi bir eğitim almamış gençlerle yapılan çalışmalarda; gençler, dokundukları bazı eşyaların zamanla ısındığını, diğerlerinin soğuk kaldığını bizzat tecrübeyle öğrenmişlerdir.

Albert, (1978) dört-beş yaşlarındaki çocukların ısıyı, nesnelerin içinde doğal olarak bulunan bir madde gibi algıladıklarını belirtmiştir. Böylece, bir nesneden yapılan materyal ile ısı arasında bağlantı kurulmuş olur. Sekiz ve daha üst yaşlardaki çocuklar ise ısıyı akışkan, daha dinamik ve hareketli bir şey gibi düşünmektedirler. Bu düşüncenin daha sonraki aşamalarında ise, ısının cisimler arasındaki bir akışkan gibi algılandığı belirlenmiştir. Bu düşünce, Kalori Teorisi'yle de uyumludur.

Clough ve Driver (1985)'e göre en az 16 ve daha üst yaşlardaki öğrencilerle ilgili bir çalışma yapmış ve şu görüşleri belirmiştir: Bazı durumların tam olarak açıklanamamasına rağmen, ısı fiziği hakkındaki görüş ve fikirler çocukluktan başlayarak ömür boyunca gelişmektedir. Dar dünya görüşüne sahip olan öğrencilere, ısı fiziği hakkındaki somut örnekleri vererek öğrencilerin bu konu hakkındaki düşüncelerini ortaya çıkarmak öğretmenlerin görevidir. Clough ve Driver (1985) bu işin ancak öğrencilere fikirlerini belirtmeleri için, serbest ve özgür bir ortamda imkanlar sunulmasıyla mümkün olabileceğini belirtmişlerdir. Yapılan konuşmalar

veya resmi tanımlamalarda, ısı fiziği hakkındaki sorulara verilen cevaplarda sürekli olarak yanlış kavramların tekrar edildiği görülmektedir.

Thomaz vd. (1995), ısı hakkında beş tane ortak yanlış kavram bulunduğunu belirttiler. Bunlar; ısının bir çeşit madde gibi düşünülmesi, ısı ile sıcaklık arasındaki farkı ayırt etmekteki bilgi yetersizliği, faz geçişlerindeki sıcaklıkların yanlış anlaşılmaları, bir cisme ısı uygulanmasıyla artan sıcaklık ve dokunduğumuz cismin zamanla sıcaklığının artması arasındaki karışıklıklar gibi konulardır. Nachimias vd. (1990), yaptığı çalışmada, öğrencilerin % 80'nin suyun kaynama noktasındaki sıcaklığının sabit kaldığından habersiz olduklarını belirtmiştir.

Sıcaklık ile ilgili temel zorluklardan birisi de, sıcaklığın tam olarak ölçülememesidir. McI1dowie (1998)'nin de belirttiği gibi; öğrenciler basit bir yöntem olsa bile uzunluğun nasıl ölçüldüğünü anlamakta zorlanmaktadırlar. Dereceli nesnelerle ölçüm yapmak ve ölçülmüş uzunluklarla doğrudan karşılaştırma yapmak çok daha kolay olmaktadır. Sıcaklık ise bunlardan farklıdır. Bir termometre, termometrik özellikteki değişkenlere bağlıdır. Sıcaklığın değişimi bu değişkenler aracılığıyla gözlemlenebilir. Bu yüzden sıcaklık içteki bir şeymiş gibi algılanır.

Mak ve Young (1987); ısının; var olan, elektriksel ve mekaniksel olmayan, çıplak gözle görülebilen, yapılan iş ile iç enerji arasındaki farka eşit bir enerji türü olduğunu belirtmişlerdir. Fen bilgisi öğretmenleri arasında, ısı konusunda olduğu gibi, terimlerin anlamları hakkında da bazı fikir ayrılıkları olduğunu söylemişlerdir. Enerji transferinin ısıdan sağlandığını belirten, termodinamiğin I. Kanunu denklemine bakarsak, ΔQ şu şekilde tarif edilir.

$$\Delta Q = \Delta U - \Delta W \qquad \text{(Denklem 2.1)}$$

Burada, ''ΔW''çalışılan sistemdeki yapılan iş ve ''ΔU'' ise iç enerji değişimidir. Isının iç enerji değişimi olan ΔU'dan ayırt edilmesi gerekir. Bazı öğrenciler, özellikle ısı fiziği çalışmalarının başlangıçlarında bu farktan habersizdirler. Çünkü dış etkenler ihmal edilerek sistem üzerinde yapılan işin "ΔW" sıfır olduğu varsayılır. Başlangıç seviyesindeki bu tanımlamalar öğrenciler için çok avantajlıdır. Bundan dolayı Mak ve Young (1987)'un kabulünde de belirtildiği gibi 'ısı akışı' sıcaklık farkından

oluşan enerji transferi yöntemi olduğuna göre, sıcaklık bir çeşit enerji transferidir. Öğrencilerin ısı fiziğinde kendilerini geliştirip başarılı olabilmeleri için iki temel konuyu çok iyi bilmeleri gerekmektedir. Bunlar ısıl denklem ve ısı ile sıcaklık arasındaki fark konularıdır.

Öğrenciler ısı ve sıcaklık hakkında birçok sezgisel fikirlere sahiptir ve zamanla bu fikirlere dayanan tecrübeler daha da artmaktadır (Clough, E., Driver, R., 1985; Erickson, G., Tiberghien, A., 1985; Erickson, G. L., 1979; Rogan, J. H., 1988; Tiberghien, A., 1980). Öğrenciler her gün; isim, fiil, zarf ve sıfat olarak ısıyı konuşma dilinde sık sık kullanmaktadırlar ve bu çoklu kullanım karışıklığa neden olmaktadır (Erickson G., Tiberghien, A., 1985; Romer, R. H., 2001; Tiberghien, A., 1980). Lise öğrencileri, genellikle ısı-sıcaklık arasındaki fark ile parçacık modeli ve enerji kavramları gibi konularda çok zorlanmaktadırlar. Bu kavramlar, günlük olayları açıklamakta zorlanan öğrencilerden çok, bilim adamlarına hitap etmektedir. Özellikle gençler termodinamiğe daha az ilgi duyarken, tutarsız olan görüşlere daha çok ilgi duymaktadırlar. Isı ve sıcaklık öğreniminde aile ve kültürün de rolü çok büyüktür.

Gönen, S. ve Akgün, A.; Isı ve sıcaklık kavramları arasındaki ilişki ile ilgili olarak geliştirilen çalışma yaprağının uygulanabilirliğini incelenmişlerdir. Öğrencilerde şu kavram yanılgılarını görmüşlerdir :

- Su içine buz atıldığında buz su yüzeyinde yüzer, fiziksel bir değişme olmaz.
- Isı bir durumda ya da bir kapta bulunan taneciklerin ortalama kinetik enerjisidir. Sıcaklık ise bir tek taneciğin kinetik enerjisidir.
- Aynı miktardaki maddelerde ısı, sadece sıcaklığa bağlı olarak değişir.
- Isı bir enerji türüdür. Sıcaklık parçacıkların ortalama hızıdır.
- Isı maddenin toplam potansiyel enerjisidir. Sıcaklık ise maddenin toplam kinetik enerjisidir.
- Isı bir enerji türüdür, sıcaklık ise bir duyumdur. Sıcaklık ısıdan etkilenir ama ısı sıcaklıktan etkilenmez.
- Kısa sürede ısınan maddeler kısa sürede soğur. Öz-ısı ile ilgili bir olaydır.

Isı aktarımı hal değişimine neden olabilir. Bu süreçte sıcaklık artışının olmadığını (parçacıkların potansiyel enerjilerinin değiştiğini) bilmek önemlidir (Fuchs, 1987). Isı ve sıcaklık arasındaki en önemli fark ısının geniş (toplanabilir), sıcaklığın ise yoğun (toplanamayan) bir nicelik oluşudur. Isı ve termal olaylar hakkında fenci olmayanların (kimi zamanlarda fenci olanların) ön yargılı oldukları bilinmektedir (Erickson ve ark., 2000). Öğrenme durumunda olanlar yaş ve deneyime bağlı olarak çoğu zaman ısı ve sıcaklık kavramlarını karıştırırlar. Bir çoğu da ısı ve sıcaklığın aynı şeyler olduğunu sanırlar ve bu sanılarında ısrarcı davranırlar. Fen derslerinin en büyük amacı bilimsel düşünce disiplini çerçevesinde öğrencilerin temel kavramları anlayıp anlamadıklarının farkında olmalarına yardımcı olmak, yanılgı ve karıştırmalarını ortadan kaldırmaktır (McDermott, 2003).

Kelvin ve Clausius'un, çalışmasını da içine alan ve ısı fonksiyonu kavramı ile birleştirilen gizli-ısı ve öz-ısıların kanunu termodinamiğin temelini oluşturur. Isının bu yolla incelenmesi, termal süreçlerde temel özelliğe sahip entropinin taşınmasını açıklığa kavuşturur ve sıcaklığın potansiyel karşılığı olduğunu söylemesi önemlidir (Fuchs, 1987). Buradan yola çıkarak hal değişmelerinde sıcaklığın değişmemesini ısının moleküller arasındaki uzaklığı arttırma sürecinde işe harcandığı söylenebilir. Sadece ısı ve sıcaklık konusunda değil, fen bilimlerinin bir çok konusunda bazı kavramların öğrenciler tarafından yanlış algılandığı bilinmektedir (Zoller, 1990; Taber, 1994; Aydoğan ve ark., 2003). Yaşamın hemen her alanında gerekli olan fen-okur yazarlığının öğrencilere kazandırılabilmesi fen derslerinde sağlanacak olan kavram öğretiminin yeterliliğine bağlıdır. Bu nedenle, fen derslerinde öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeylerinin bilinmesi, sonraki kavramsal değişimlerinin izlenmesi ve yanılgılarının giderilmesi oldukça önemlidir. Öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgılarını gidermek için üç aşama önerilir. Bunlar: tanı, işlem ve çözümdür. Birinci aşamada, öğrencilerdeki kavram yanılgıları tespit edilir. İkinci aşamada bu yanılgıların giderilmesi için uygun materyaller geliştirilir. Üçüncü aşamada ise geliştirilen bu materyaller uygun strateji ve yöntemlerle uygulanarak kavram yanılgıları giderilmeye çalışılır (Griffiths ve ark., 1988). Kavram yanılgılarını gidermek için bir çok yol ve materyal bulunmakla birlikte çalışma yaprakları ayrı bir öneme sahiptir. Çalışma yaprakları bir konunun öğretimi sırasında öğrencilerin yapacağı etkinliklerle ilgili yol gösterici dokümanlar olarak da rol oynar (Coştu ve

ark., 2002; Saka ve Akdeniz, 2001). Ayrıca, çalışma yapraklarının basit ve ucuz araç-gereçlerle yapılabilecek deneyleri içermesi durumunda öğrencilerin fen bilimlerine karşı olumlu tutumlar geliştirdiği belirtilmektedir (Kurt ve Akdeniz, 2002).

Fen eğitiminde yanlış kavramlar terimi öğrencilerin bilimsel kavramlar hakkında bilimsel tanımlarla tutarlı olmayan fikirlere sahip olduklarını ifade etmektedir (Marioni, 1989; Tery ve ark., 1985; Riche, 2000). Öğrencilerin, yeni sunulan fen kavramları hakkında muhakeme yapmak ve bunlarla ilgili fen eğitimi deneyimlerinde akıl yürütebilmek için önceden varolan kavramları kullandıkları açıktır (Driver ve Easley, 1978; Zietsman ve Hewson, 1986). Bu gibi ön kavramlar genelde bilimsel görüşlerden farklı olup öğrencilerin fen öğrenmelerini engelleyebilmektedir (Helm ve Novak, 1983). Bazı öğrencilerin yanlış kavramlarını değiştirmek oldukça zordur. Bu öğrenciler kapsamlı bir eğitime tabi tutulduktan sonra bile kendi yanlış kavramları doğrultusunda yanıtlar vermeyi sürdürdükleri görülmektedir (Anderson ve Smith, 1987; Champagne ve ark., 1985).

Watts (1983) ve Brook (1986), yaptıkları çalışmalarda Öğrencilerin, enerjinin durumunu anlamak için kendi kafalarında kurmuş oldukları alternatif fikirlere meyilli olduklarını belirtmişlerdir. Öğretmenler ve kitapların alınan ısı enerjisi için çok derin ve farklı terimler kullandıklarını, sıcaklık farkından kaynaklanan transfer edilmiş enerji yöntemi olarak ısının tanımının yapılmasına rağmen, bunun çok uzun bir tanım olduğunu ve öğretmenin bu tanımı ezber yoluyla öğretmemesi gerektiğini söylediler. Tanım uzun olmasına rağmen ısı için uygun bir kavram olduğunu, diğer kavramların sınıflandırmalardan ayrı olarak verilmesi gerektiğini ve sayede insanların farklılıkları öğrenme ve değerlendirme şansına sahip olacaklarını belirttiler. Bunun anlamı ne entalpi ve iç enerji terimlerinin kullanılması ne de benzer kavramlarla yapılacak her hangi bir öğretim girişimine ihtiyaç olmaması demektir.

Taber (2000), Isı ve sıcaklık öğretiminin basitleştirlmesi ile ilgili yaptığı çalışmada, öğrenciler için fiziğin bir çok zor kavramları bulunduğunu belirtti.. En alt seviyeden, en üst seviyeye kadar iyi bir fen eğitimi verebilmek için; bilimsel konularla birlikte konunun özünü anlatırken öğrencilerin de seviyesine inilmesi gerektiğini belirtti. Konuların ayrıntıları ve zorlukları hakkında konuya ve öğrenciye uygun olarak karar

verilmesi gerektiğini, burada, basitleştirmenin gerekli olduğu fakat bu işlem yapılırken öyle bir noktaya gelinir ki konunun mantıksal yapısından taviz verildiği görüşünü belirtmiştir. Yapılan çalışmalarda da; son yıllardaki fizik eğitiminde sıcaklık ve ısı konusunda böyle bir noktaya varıldığını belirtmiştir.

Carlton (1999) üniversite öğrencileriyle ısı ve sıcaklık hakkında yapmış olduğu çalışmada; öğrencilerin, genellikle giriş seviyesindeki ısı fiziğinde karşılaştıkları ısı ve sıcaklık arasındaki farkı ayırmak için çok zorlandıklarını belirmiştir. Eğitim fakültesinde öğrenim gören öğrencilerin, ısı fiziği öğrenimini geliştirmek için, bilinen yanlış kavramlarının mümkün olan en çabuk bir biçimde deneyler ve tartışmalar ile tespit edilmesinin gerekliliğini belirtmiştir. Isısal denklem, ısı enerjisinin gösterimi ve ısı ile sıcaklık arasındaki farkın gösteriminin anahtar kavramlar olduğunu belirtmiştir. Öğrencilerin bilimsel olarak ısı ve sıcaklığın ısıl denkleminin anlamını tartışabildiklerini söylemiştir. Öğrencilerin ders kitabındaki tanımları ezberlemesini kabulenmenin yanlış bir metot olduğunu, öğrencilerin bu tanımları ısı fiziği prensibine göre öğrenmeleri gerektiğini belirtmiştir. Karşılıklı sorulan sorulara verilen cevapların ve deneysel delillere getirilen yorumların çok başarılı olduğunu belirtmiştir.

Bu konuda yapılan çalışmalar öğrencilerin yetişkinlerin ve hatta bilim adamlarının ısı ve sıcaklık hakkında kavram yanılgılarına sahip olduklarını göstermiştir.

3. MATERYAL ve METOD

3.1 Isı ve Sıcaklık Kavram Yanılgılarının Tespit Edilmesiyle İlgili Bir Çalışma

Yüksek sıcaklık derecesindeki bir cismin sıcak hissedilmesi ve düşük sıcaklık derecesindeki bir cismin soğuk hissedilmesinden dolayı, sıcaklık ‘‘ılıklığın’’ veya ‘‘soğukluğun’’ bir ölçümü olarak düşünülmektedir. Öğrencilerin cesaretlerini ve güvenlerini artırmak için sınıf içinde yapmış olduğumuz bir çalışmada; 0 ^{o}C’de içinde su ve buz karışımı bulunan bir kap, 42 ^{o}C’de su dolu bir kap ve 55 ^{o}C’de bir kap sağlanır. Öğrenciler ellerini aşırı uç sıcaklıktaki kaplardaki sulara sokarlar ‘‘sıcak’’ veya ‘‘soğuk’’ gibi kelimelerle hissettiklerini anlatmaya başlarlar. Bir dakika sonra soğuk ellerini ılık kabın içine sokarlar ve sıcaklığı anlatırlar. Normal olarak ellerinin ısınmaya başladığını anlatırlar. Daha sonra sıcak ellerini soğuk suyun içine batırırlar, bu sefer ellerinin soğumaya başladığını anlatırlar. Öğrenciler, sadece hissetmenin sıcaklığı tanımlamak için iyi bir yol olmadığı fikrini edinirler.

Bir sonraki basamak zor olan bir basamaktır. Eğer uzun süre bir oda sıcaklığında bekletilen buz eriyorsa, soğuk kaptaki suyun da zamanla ısınacağını öğrenciler tahmin edebilmektedirler. Bu, günlük bir hayat tecrübesidir. Benzer şekilde sıcak kabın içindeki suyun sıcaklığının düşeceğini de tahmin edebilirler. Buradaki olay sürekli olarak ‘‘Sıcak kabın içindeki su nasıl soğuyor?’’ ve ‘‘Bu soğuma ne zaman duracak?’’ gibi sorular öğrencilerin aklına gelmektedir. Bu sorulara verilen cevaplar, öğrencilerin ısı enerjisinin sıcak bir cisimden soğuk bir cisme hareket ettiğini görmelerini sağlar. Bu durumda, ısının bir cisimden başka bir cisme akabilen bir akışkan madde gibi davrandığı fikrini ortaya çıkarır.

Aralarında normal durumda, doğal olarak ısı enerjisi akışı olmayan, aynı sıcaklıktaki iki cisim, bu tür eğitici tartışmalarda öğrenciler tarafından tercih edilebilir. Genelde denge konumunun olmadığı durumlarda, yüksek sıcaklıktaki bir cisimden, düşük sıcaklıktaki bir cisme ısı enerjisinin geçeceği kabul edilir. Eğer iki cisim sabit sıcaklıktaki bir odada uzun süre bekletilirse, cisimlerin ısılarının hem birbirleriyle hem de oda sıcaklığı ile eşit olacağını öğrenciler bilebilirler. Bunu test etmek için, genişletilmiş plastikten yapılmış bir blok ile 1 kg'lık demirden yapılmış bir parçayı gece boyu odada bırakıp aynı sıcaklıkta eşitlenip eşitlenemeyeceği öğrencilere

sorulmuştur. Bununla birlikte her bir cisme dokundukları zaman demirin soğuk buna karşılık plastiğin sıcak olduğunu hissederler. Bu mantıklı düşünme ile dokunma arasındaki karmaşıklığın çözümlenmesine yardımcı olmak için, öğrencilere yol göstermek gereklidir. Demirin ısı iletkenliği daha yüksektir. El, plastik ve demir ile aynı sıcaklıkta ise birçok öğrenci bunu kabul edemeyebilir. Eğer elden cisme farkedilebilir ısı enerjisi akışı varsa cisim soğuk hissedilir. Demirin bulunduğu durumdaki ısı enerjisinin akışı, oda ortamındaki havayla çevrelenmiş, elden daha hızlı bir şekilde hissedilebilecek bir şekildedir. Plastik ise akışa engel olmaktadır. Bu yüzden plastik, oda ortamından daha sıcak hissedilir.

Şimdiye kadar öğrendiklerinden sonra öğrenciler, birbiriyle ısısal temas halinde olacak şekilde yerleştirilen iki cismin sonunda ısısal dengeye ulaşacağını yani aynı sıcaklıkta olacağını kabul ederler. Ayrıca ısısal temas halindeki A ve B cisimlerinden A'dan B'ye kendiliğinden bir ısı enerjisi akışı varsa öğrenciler burada A'nın sıcaklığının B'den yüksek olduğunu bilebilirler. Öğrencilerin kafasında ısı kavramını oluşturmak için şu şekilde bir deney düşünmeleri istedik. Kış mevsiminde denizin içine bir çaydanlık dolusu kaynar su boşaltılırsa, deniz suyunun sıcaklığı yaz mevsimindeki seviyeye çıkar. Doğal olarak öğrenciler buna itiraz ederler. O zaman onlara yazın bir çaydanlık suyun mu, yoksa denizin mi sıcak olduğu sorulur. Hiçbir öğrencinin aksini iddia etmemesine rağmen, çaydanlığın sıcaklığının yüksek olduğunu tespit etmek için, öğrenciler ısı enerjisi akışını ölçüt olarak kullanırlar. Daha sonraki bir soru da ise; yaz mevsiminde denizin mi, yoksa çaydanlığın mı daha çok ısı enerjisine sahip olduğu sorulur. Gerçek olan şu ki; kış mevsimindeki seviyesinden, yaz mevsimindeki seviyesine kadar çaydanlığın sahip olduğu ısı enerjisinin denizdeki ısı enerjisi seviyesine ulaşması mümkün değildir. Her iki cevaptan çıkardığımız sonuca göre denizde daha çok ısı enerjisinin olduğu görülür. Bu da ısı ve sıcaklığın aynı şey olmadığını ispatlamanın yollarından birisidir.

3.2 Kavram Yanılgıları Nasıl Ölçülmektedir?

Çoktan seçmeli sorulardan oluşmuş kavram yanılgısı testlerinde de bir tane doğru ve diğerleri yanlış olan seçenekler vardır. Yanlış seçenekler hata yapan öğrencileri çeldiren şekilde değil bu konuyla ilgili kavram kargaşası yaşayan öğrencileri çeldiren

şekilde hazırlanır. Böylece öğrencinin hangi yanlış şıkkı seçtiğine göre ne tür bir kavram yanılgısı içerisinde olduğunu tespit edebilirsin. Yani yanlış seçenekler doğru seçeneklerden öğrencinin bu konudaki bilgisi hakkında daha fazla bilgi vericidir. Araştırmacılar bazı kavram yanılgıları testlerinde başarı testlerinde olduğu gibi doğru cevaba bir yanlış cevaba sıfır verirler. Bu şekilde elde edilen toplam test sonucunu betimsel ve sonuç çıkarmaya dayalı istatistiklerde kullanabilirler. Fakat her kavram yanılgısına kaç öğrencinin düştüğünü anlamak veya belli bir kavram yanılgısına düşen öğrencilerin son testte değişip değişmediklerini anlamak için, öğrenciye belli kavram yanılgısına düştüğü zaman bir düşmediği zaman sıfır verilir.

Kavram yanılgıları öğrencilerin görmeye dayalı, konuşmaya dayalı ve yazmaya dayalı raporlarından ölçülür. Bir olayda öğrencinin araştırmacı tarafından gözlenmesi veya kameraya alınması görmeye dayalı ölçümdür. Konuşmaya dayalı ölçümler karşılıklı görüşmeyle (mülakat) olmaktadır. Bu metotta araştırmacı sorular sorar bu sorular resim edilmiş veya fotoğraflandırılmış bir olay hakkında olabilir veya hemen öğrencinin önünde yapılan bir gösterim hakkında olabilir veya bilgisayar ekranında gösterilen bir olay ile ilgili olabilir. Genelde öğrencilerden olayda ne olduğunu anlatmaları istenir veya kendilerine bu olayda belli bir kavramın nerede olduğu sorular veya belli bir kavramı ilgilendiren ve ilgilendirmeyen olayları seçmeleri istenebilir. Bu karşılıklı konuşmalar organizeli, yarı organizeli veya gelişigüzel olabilir (Osborne & Gilbert, 1980).

3.3 Örneklem

Araştırmanın örneklem grubu Sandıklı'da bulunan Sandıklı Anadolu Lisesi (SAL) 53, Sandıklı Lisesi (SL) 67, Sandıklı İmam Hatip Lisesi (İHL) 26, ve Sandıklı Anadolu İmam Hatip Lisesi (AİHL) 12 öğrencinin yanısıra, Yine Afyonkarahisar'a bağlı Hocalar İlçesinde bulunan daha önce çalıştığım Hocalar Çok Programlı Lisesinden (HÇPL) 57 öğrenci olmak üzere, toplam 215 öğrenciyi kapsamaktadır. Bu okullarda test uygulayabilmek için İlçe Milli Eğitim Müdürlüklerinden izin alınmıştır. Öğrenci grupları lise 1. sınıfa devam etmektedirler. Bu öğrenciler üniversiteye de hazırlanmakta olup, tamamı madde ve ısı konularını işlemiş durumdadırlar. Bütün sınıflar genel öğretim yapan ve üniversiteye öğrenci yetiştiren

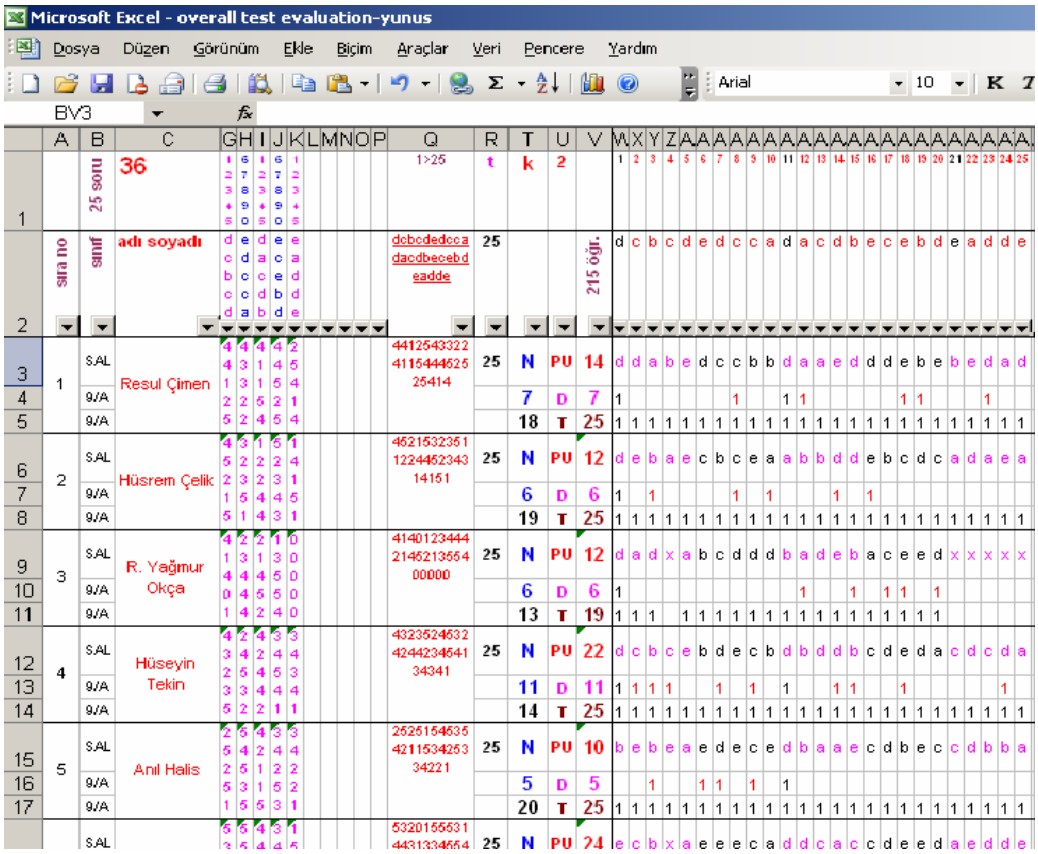
okullara aittir. Fakat bu okullarda bazı derslere branş dışı öğretmenler de girmektedir. Aldığımız izin gereği yazılı test yaklaşık olarak 45 dakikada öğrencilere uygulanmıştır, bu süre okullarının genelinde 1 ders saatine denk gelmektedir.

Bu çalışmanın amacı; öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusunda kavram yanılgılarına sahip olup olmadığını tespit etmek ve varsa kavram yanılgılarının neler olduğunu belirlemektir. Bu amaçla, lise 1. sınıflardaki fizik konularından olan madde, ısı ve sıcaklık ile ilgili 25 tane soru hazırlanarak öğrencilere uygulanmıştır. Uygulama için 5 tane farklı okul seçilmiştir. Okullar ve derslere giren öğretmenler farklı olduğu için, soruların objektif olması açısından daha önceki senelerde üniversite sınavlarındaki sorular seçilmiştir. Uygulamaya konu olan okulların bir kısmı yaklaşık 50 bin nüfuslu Afyonkarahisar'a bağlı Sandıklı İlçesinde bulunan Sandıklı Lisesi, Sandıklı Anadolu Lisesi, Sandıklı İmam Hatip Lisesi ve Sandıklı Anadolu İmam Hatip Lisesidir. Diğer okul yine Afyonkarahisar'a bağlı Hocalar İlçesinde bulunan ve daha önce görev yaptığım Hocalar Çok Programlı Lisesidir. Testin uygulandığı okullar arasında ve bir okulun sınıfları arasındaki öğrenci başarılarının karşılaştırılması amaçlanmamıştır. Dolayısıyla, hangi sınıfın hangi sınıftan daha başarılı olduğu, niçin olduğu, şeklinde bir yorumlamadan da kaçınılmıştır.

3.4 Ölçme Aracı

Bu çalışma için hazırlanan anketin çoktan seçmeli soruları yukarıda belirtilen okulların bazılarında madde ve ısı konuları işlendikten sonra, bazılarında ise okullarda konular işlenirken ders öğretmenleri tarafından uygulanmıştır. Test çoktan seçmeli 25 sorudan oluşmaktadır. Soru seçimi için geniş bir literatür taraması yapılmış fakat okullar ve derslere giren öğretmenler farklı olduğu için, soruların objektif olması açısından çoğunluğu daha önceki senelerde üniversite sınavlarındaki sorulardan seçilmiştir. Soruların çoğunluğu sayısal değer içermemektedir. Dolayısıyla, öğrencilerin çeşitli değişkenler arasında işlevsel bağıntılar kurup kurmadığı cevaplarından çıkartılabilmektedir. Testin uygulandığı okulun bir tanesinde öğrenciler uygulanan testin dersi geçme notlarına etki edeceği konusunda uyarılmıştır. Diğer okullarda ise böyle bir uyarı yapılmamıştır. Testin sonuçlarının, ders geçme notlarını etkileyeceği söylenen okulda, öğrenciler testi daha ciddiyetle

cevapladılar ancak diğer okullarda aynı ölçüde ciddiyet gözlemlenmedi. Bütün gruplardan elde edilen cevap formları bilgisayar yardımıyla değerlendirilmiştir. Bu amaçla MS Excel programı kullanılmıştır. Öncelikle cevap formu üzerindeki harfler rakamsal kodlarına çevrilmiştir. Bu işlemin amacı bilgisayara daha hızlı giriş yapabilmektir. Örneğin, 1-B, 2-D, 3-A, 4-E, 5-B şeklinde işaretlenen bir form, A=1, B=2, C=3, D=4, E=5, Boş=0 kodlamasıyla 54125 şeklinde beş basamaklı bir sayı halinde girilince Excel programına işlenen formüller sayesinde ilgili bölüm EDABE şeklinde görülmektedir. Bütün formlar bu şekilde işlendikten sonra Excel programında her öğrencinin 25 soruluk test için kaç tane soru işaretlediği, kaç doğru, kaç yanlış olduğu hesaplanmıştır. Aynı zamanda o grubun başarı ortalaması, her öğrencinin aldığı puan değerine göre hesaplanmış olmaktadır. Yanlış bir seçeneğin % 20'den fazla olması o soru üzerinde daha fazla yorum yapılması gerektiğini göstermesi açısından böyle bir program kullanılmıştır.



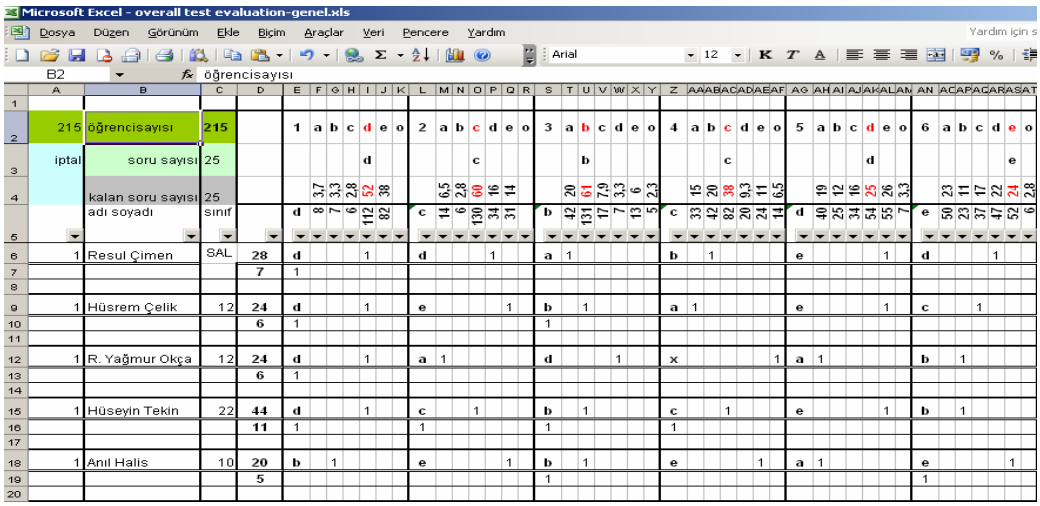
Şekil 3. 1 KYBT analizinde kullanılan MS Excel programının doğru, yanlış ve boş cevapları belirleme sayfası

3.5 Madde Analizi Şekilleri

Bu bölümde öğrencilere uygulanan KYBT'nin sonuçları ve her sorunun doğru ve yanlış seçeneklerine yapılan işaretleme sayı ve yüzdeleri verilmektedir. Soruların doğru cevapları altı çizili olarak belirtilmiştir. Daha sonra yanlış cevap oranı %20'yi aşan sorular kavram yanılgıları açısından incelenmektedir.

Tablo 3. 1 KYBT madde analizi tablolarının sütun başlıklarının açıklamaları

Tablodaki Kısaltma	Açıklama
S. N.	Soru No
S.	Seçenek Harfi a, b, c, d, e ve (-) boş bırakılmış soruları belirtmektedir.
SEÇENEKLER	Seçenek içeriği
Doğru Seç.	Doğru Seçenek
GENEL %	Bütün Okulların Toplamı Üzerinden Yüzdelik Oran
215 Öğrenci	Bütün Okulların Toplamı Üzerinden Frekans
SAL %	Sandıklı Anadolu Lisesi Yüzdelik Oranı
53 öğrenci	Sandıklı Anadolu Lisesi Frekansı
SL %	Sandıklı Lisesi Yüzdelik Oranı
67 öğrenci	Sandıklı Lisesi Frekansı
İHL %	Sandıklı İmam Hatip Lisesi Yüzdelik Oranı
26 öğrenci	Sandıklı İmam Hatip Lisesi Frekansı
AİHL %	Sandıklı Anadolu İmam Hatip Lisesi Yüzdelik Oranı
12 öğrenci	Sandıklı Anadolu İmam Hatip Lisesi Frekansı
HÇPL %	Hocalar Çok Programlı Lisesi Yüzdelik Oranı
57 öğrenci	Hocalar Çok Programlı Lisesi Frekansı



Şekil 3. 2 KYBT sorularının Excel programındaki madde analizi sayfası

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Test Sorularının Yorumlanması

Bu çalışmada, Lise 1. sınıflardaki fizik konularından olan madde, ısı ve sıcaklık ile ilgili 25 tane soru hazırlanarak öğrencilere uygulanmıştır. Uygulama için 5 tane farklı okul seçilmiştir. Okullar ve derslere giren öğretmenler farklı olduğu için, soruların objektif olması açısından daha önceki senelerde üniversite sınavlarında sorulmuş sorular seçildi. Uygulamaya konu olan okullar yaklaşık 50 bin nüfuslu Afyonkarahisar'a bağlı Sandıklı İlçesinde bulunan Sandıklı Lisesi, Sandıklı Anadolu Lisesi, Sandıklı İmam Hatip Lisesi ve Sandıklı Anadolu İmam Hatip Lisesidir. Diğer okul Yine Afyon'a bağlı Hocalar ilçesinde bulunan daha önce çalıştığım Hocalar Çok Programlı Lisesi'dir. Test olarak hazırlanan soruları fotokopiyle çoğaltılarak Sandıklı Lisesi, Sandıklı Anadolu Lisesi, Sandıklı İmam Hatip Lisesi ve Sandıklı Anadolu İmam Hatip Lisesindeki fizik öğretmeni arkadaşlara gönderildi. Onlar uygulanan bu test karşılığında, her hangi bir not ile değerlendirme yapmamışlardır. Ben kendi okulumdaki öğrencilere bu testin karşılığını not ile değerlendireceğimi söyledim ve öğrenciler test uygulama sınavına gelirken çalışıp hazırlanarak geldiler. Dolayısıyla sorulara verilen cevapların çizelge ve grafiklerine bakıldığında, daha önce görev yaptığım okulum ve diğer liseler arasındaki farklılığın en büyük nedeni budur. Testin karşılığında yaptıklarının bir not ile değerlendirileceğini bilen öğrenciler işi ciddiye alarak cevaplama yapmışlardır. Test sorularının cevap şıklarının başındaki parantez içindeki sayılar o şıkkın genel işaretlenme oranının %'sini belirtmektedir. Açık yeşil olan şıklar doğru seçenek, pembe olan şıklar ise işaretlenme oranı % 20'yi geçen yanlış seçenkelrdir ve bu seçenekler daha dikkatli bir şekilde incelenmişlerdir.

1. Bir testinin çevresine ıslak tülbent sararsak, su daha iyi soğutulabilir. **Bu olayla;**

I. Sıcak bir günde limonata bardağına buz koyarsak, bardağın dışı terler.

II. Kestiğimiz karpuzu kısa bir süre güneşte tutarsak soğur.

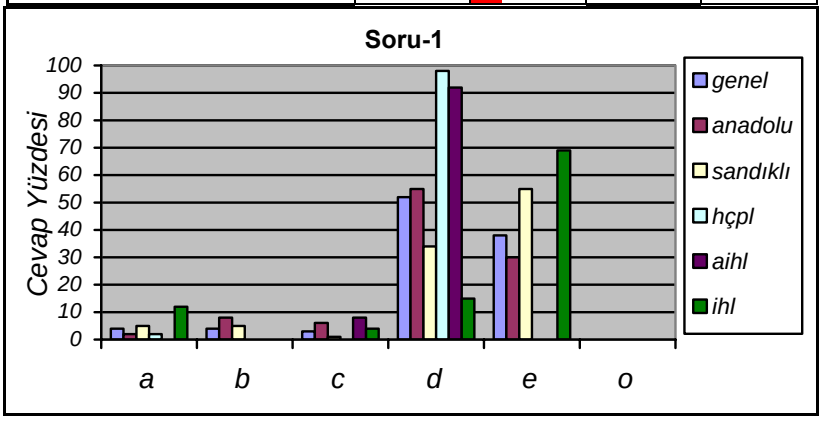
III. Sıcak günlerde sık sık yerleri sularsak, çevre serinler.

olaylarından hangileri aynı ilkeyle açıklanabilir.

(3,7) A)Yalnız I (3,3) B)Yalnız II (2,8) C) I ve II (52) D) II ve III (38) E)I ve III

Tablo 4. 1 Soru 1'e ait değerlendirme sonuçları

1	A	B	C	D	e	O
Genel	4	4	2	52	38	0
anadolu	2	8	5	55	30	0
sandıklı	5	5	1	34	55	0
Hçpl	2	0	0	98	0	0
Aihl	0	0	8	92	0	0
İhl	12	0	4	15	69	0



Şekil 4. 1 Soru 1'e ait sonuçların grafikleri

I Sıcak bir günde limonata bardağına buz koyarsak, havadaki su buharı soğuk bardağa çarpar ve ısı vererek yoğunlaşır. Bu olayda buharlaşmanın tersi olan yoğunlaşma vardır.

II Kesilen bir karpuz kısa bir süre güneşte tutulursa, karpuz dilimindeki sular buharlaşır ve buharlaşırken karpuzdan ısı alır, dolayısıyla ısı veren karpuz soğur.

III Sıcak günde yerlerin sık sık yerlerin sulanması sonucu, sular buharlaşır ve buharlaşan su çevreden ısı alır, dolayısıyla çevre serinler.

Uygulanan testin 1. sorusuna baktığımız zaman klasik bir ısı ve sıcaklık sorusudur. 1. soruya ait çizelge ve grafikte de görüldüğü gibi genel olarak öğrencilerin % 52'si doğru cevap olan 'd' şıkkını işaretlemişlerdir. Tablo 4. 1' e baktığımız zaman toplam 215 öğrenciden 112'sinin soruya doğru yanıt verdiğini görürüz. Aynı zamanda % 38' lük bir kısım 'e' şıkkını işaretlemişlerdir. Bunun nedeni de öğrencilerin sorudan istenenin ne olduğunu tam anlamadan cevaplandırmış olmalarıdır. Burada istenen buharlaşma iken 'e' şıkkını işaretleyenler su ve buz ilişkisini kurmuşlardır ve yanlış şıkkı işaretlemişlerdir, hâlbuki burada yoğunlaşma ve buharlaşma olayları vardır. Havadaki su buharı soğuk bardağa çarpar ve ısı vererek yoğunlaşır. Bu olayda buharlaşmanın tersi olan yoğunlaşma vardır. Diğer belirtilen hallerde ise buharlaşma olayı görülür. Öğrencilerin belli bir kısmının soruyu tam anlamadan cevaplandırdıkları ortaya çıkmıştır.

2. Bir maddenin sıcaklığı, öz ısısı, kütlesi ve hacmi biliniyor. **Bu maddenin,**

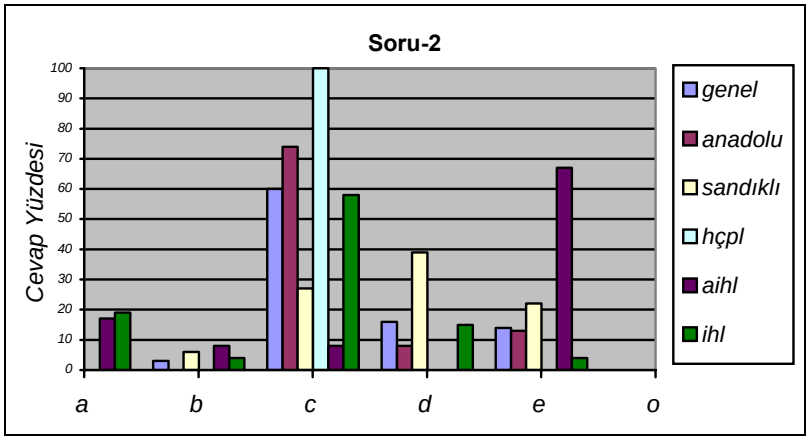
I. Özkütlesi II. Isı sığası III. Genleşme katsayısı

niceliklerinden hangileri bulunabilir?

(6,5)A)Yalnız I (2,8)B)Yalnız II (60,5)C)I ve II (15,8)D) I ve III (14,4)E) I, II ve III

Tablo 4. 2 Soru 2'ye ait değerlendirme sonuçları

2	A	B	C	D	e	O
genel	7	3	60	16	14	0
anadolu	5	0	74	8	13	0
sandıklı	6	6	27	39	22	0
hçpl	0	0	100	0	0	0
aihl	17	8	8	0	67	0
ihl	19	4	58	15	4	0



Şekil 4. 2 Soru 2'ye ait sonuçların grafikleri

2. soruyu yaklaşık % 60'lık bir oran doğru cevaplandırmıştır. Bir maddenin **c** özısısı, **m** kütlesi ve **V** hacmi biliniyorsa,

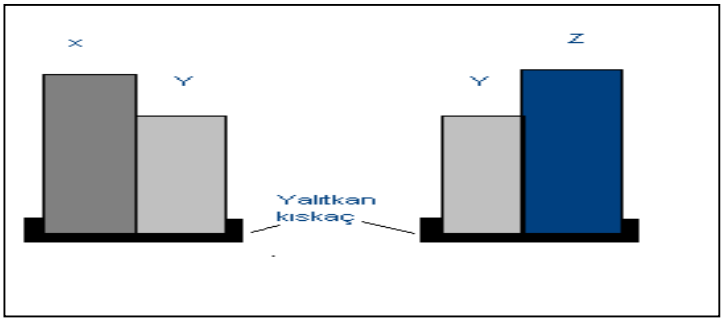
I. $d = \frac{m}{V}$ Formülünden Özkütlesi bulunur.

II. Isı sığası m.c olduğundan **m** ve **c** bilindiğinden ısı sığası da bulunur.

III. Genleşme katsayısının bulunabilmesi için gerekli veriler olmadığından bulunamaz.

Burada en büyük sorunlardan bir tanesi öğrencilerin ilköğretim 5 ve 6. sınıfa gelinceye kadar tamamen formülsüz bir eğitim görmelerinin bir sonucu olarak daha sonraki sınıflarda karşılaştıkları formülleri sadece ezberlemeleri ve yorum yapamamalarıdır.

3.



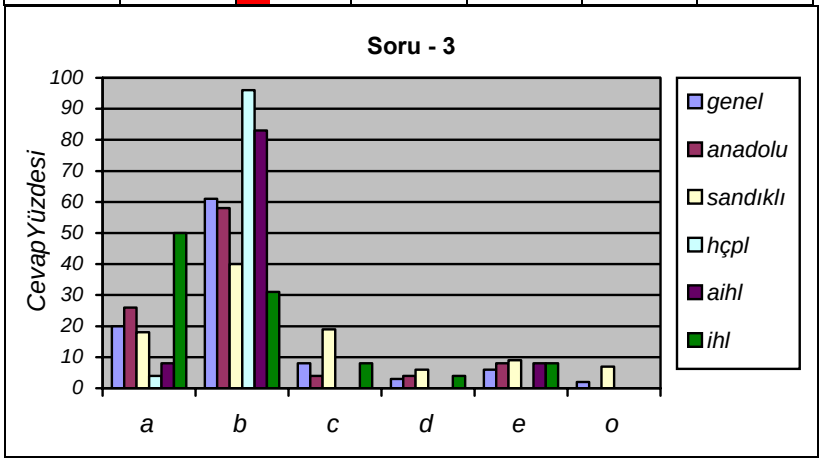
Şekil 4. 3 Birbirine tutturulmuş metal çubuk çiftleri

Uzama katsayıları büyükten küçüğe doğru X, Y ve Z sırasında olan metal çubuklardan aşağıdaki çiftler oluşturulmuş ve çiftlerin birer ucu bir kıskaçla sabitleştirilmiştir. **Aşağıdaki işlemlerin hangisinde X-Y çiftindeki çubuklar birbiriyle Y-Z çiftindeki çubuklar da birbiriyle eşit boyda yapılabilir.**

		X-Y çifti	Y-Z çifti
(19,5)	A)	Isıtma	Soğutma
(60,9)	B)	Soğutma	Isıtma
(7,9)	C)	Isıtma	Daha çok ısıtma
(3,3)	D)	Soğutma	Soğutma
(6,0)	E)	Isıtma	Isıtma

Tablo 4. 3 Soru 3'e ait değerlendirme sonuçları

3	A	*b*	C	D	e	o
genel	20	*61*	8	3	6	2
anadolu	26	*58*	4	4	8	0
sandıklı	18	*40*	19	6	9	7
hçpl	4	*96*	0	0	0	0
aihl	8	*83*	0	0	8	0
ihl	50	*31*	8	4	8	0

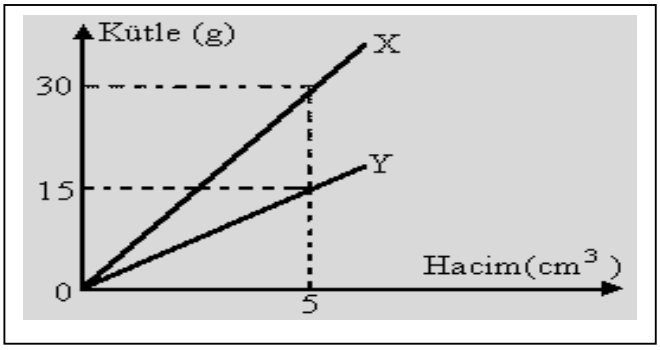


Şekil 4. 4 Soru 3'e ait sonuçların grafikleri

3. sorunun doğru cevabı olan 'b' şıkkını % 61'lik bir kısım yani 131 kişi işaretlemiştir. Metaller sıcaklıkları artırıldığında uzar, sıcaklıkları azaltıldığında ise kısalır. Uzama katsayısı büyük olan metallerin sıcaklıkları azaltıldığında diğerlerine göre daha çok kısalırlar, ısıtıldıklarında daha çok uzarlar. Buna karşılık % 20'lik bir

kısım yani 42 kişi ‘a’ şıkkını işaretlemişlerdir. Burada öğrenciler şekilde verilen metal çiftlerinde yanlış yorumlama yapmışlardır. Bu konunun daha iyi anlaşabilmesi için ‘Bir metal çiftinin sıcaklıkla genleşmesinin ortaya çıkardığı sonuçlarının incelenmesi’ deneyi genleşme katsayıları farklı birbirine perçinlenmiş metal çiftleriyle yapılarak konu hakkında biraz daha bilgi verilebilir. Bu sorunun doğru çözümlenmesi için ders işlenirken uzama katsayıları ile ilgili yoruma dayalı sorular öğrencilerin anlayabileceği şekilde anlatılmalıdır.

4.



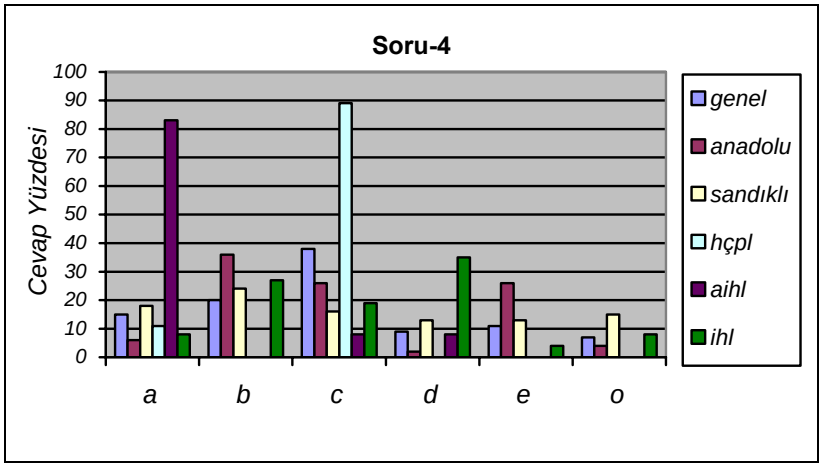
Şekil 4. 5 Kütle-Hacim Grafiği

Şekildeki grafik, belli bir sıcaklıkta X ve Y maddelerinin, kütlelerinin hacimlerine bağlı değişimini gösteriyor. **60 g X, 15 g Y maddelerinden oluşturulan türdeş karışımın bu sıcaklıktaki öz kütlesi kaç g/cm^3 dür?**

(15,3) A) 3 (19,5) B) 4,5 (38,1) C) 5 (9,3) D) 6 (11,2) E) 9

Tablo 4. 4 Soru 4’e ait değerlendirme sonuçları

4	A	B	C	d	e	o
genel	15	20	38	9	11	7
anadolu	6	36	26	2	26	4
sandıklı	18	24	16	13	13	15
hçpl	11	0	89	0	0	0
aihl	83	0	8	8	0	0
ihl	8	27	19	35	4	8



Şekil 4. 6 Soru 4'e ait sonuçların grafikleri

4. sorunun doğru cevabı olan 'c' şıkkını % 38'lik bir kısım yani 82 kişi işaretlemiştir. Buna karşılık % 20'lik bir kısım 'b' şıkkını işaretlemişlerdir. Burada da öğrenciler grafikte verilen X'in miktarının 2 kat artırıldığında Y'nin miktarının da 2 kat artacağını düşünerek yanlış sonuç işaretlemişlerdir. Bu soru ile ilgili ders işlenirken, "birbiri içinde çözünmeyen fakat birbiri içinde karışabilen ve karıştırma işlemi sonunda toplam hacmin değişmediğini gösteren sıvı yağ ile su karışımı" deneyini öğrencilerin anlayabileceği şekilde anlatmalıyız.

5. Normal başlangıçta, naftalinin erime noktası 79^0 C'dır. Katı naftalin doğrudan buharlaşabilir. Naftalin buharının özkütlesi 0,96 ve havanınki 0,0013 gr/cm^3 alınabilir. **Buna göre, giyecekleri güveden korumak için naftalin parçacıklarını dolabın neresine koymak en uygun davranış olur? Neden?**

(18,6) A) Naftalin buharının dolabın en üstüne kadar kolayca yayılması için en alta

(11,6) B) Sıvılaşan naftalinin giyeceklere damlamaması için en alta

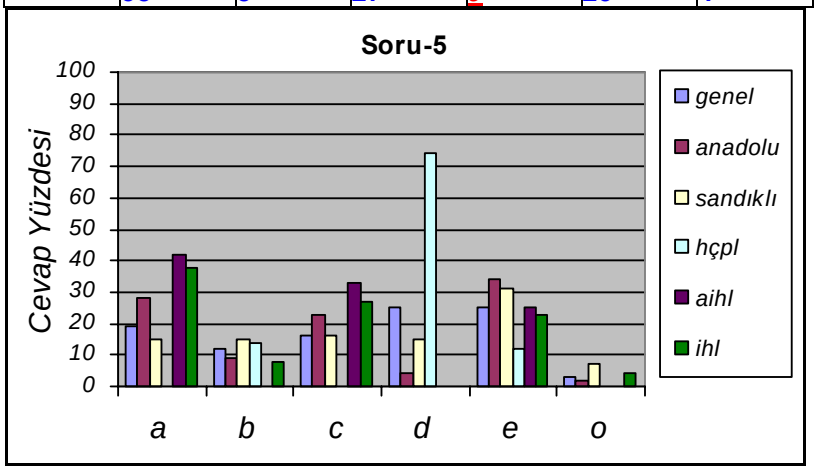
(15,8) C) Naftalin buharının üste ve alta aynı oranda yayılması için ortada bir yere

(25,1) D) Naftalin buharının dolabın altına kadar yayılması için en üste

(25,6) E) Naftalin buharı dolabın her yerine eşit oranda yayılacağından herhangi bir yere

Tablo 4. 5 Soru 5'e ait değerlendirme sonuçları

5	A	b	C	d	e	o
genel	19	12	16	25	25	3
anadolu	28	9	23	4	34	2
sandıklı	15	15	16	15	31	7
hçpl	0	14	0	74	12	0
aihl	42	0	33	0	25	0
ihl	38	8	27	0	23	4



Şekil 4. 7 Soru 5'e ait sonuçların grafikleri

5. soruda % 25'lik bir bölüm doğru cevap olan 'd' şıkkını işaretlemişlerdir. % 26' lık bir kısım ise 'e' şıkkını işaretlemişlerdir. Öğrenciler her türlü buharın gaz tanecikleri gibi sağa sola doğru hareket edeceğini düşünmektedirler. Oysaki mutfaklarımızdaki tüp gaz kaçaklarında, ocağı yakmadan önce yerleri süpürgeyle süpürdüğümüzü, II. Dünya savaşında insanları öldürmek için gaz odalarına kapadıkları zaman insanların birkaç dakika daha fazla yaşamak için birbirlerinin üzerine çıktıklarını anlatarak, günlük hayattan örnekler verebiliriz. Çünkü açığa çıkan gazın yoğunluğu havanın yoğunluğundan fazla olduğu için yere çöker. Naftalin buharının öz kütlesi havanın öz kütlesinden daha büyük olduğu için, katı naftalinden çıkan naftalin buharı aşağı doğru iner. Giyecekleri güveden korumak için, dolabın her yerinde naftalin buharının olması gerekir. Bunun için katı naftalin dolabın en üstüne konulmalı ki, naftalin kokusu en üstten en alta kadar yayılabilsin.

6.Bir cismin ağırlığı ekvatordan kutuplara doğru gidildikçe artar. **Bu olay;**

I. Cisimlerin öz kütlesi, sıcaklık azaldıkça artar.

II. İki cisim arasındaki çekim kuvveti, aralarındaki uzaklık azaldıkça artar.

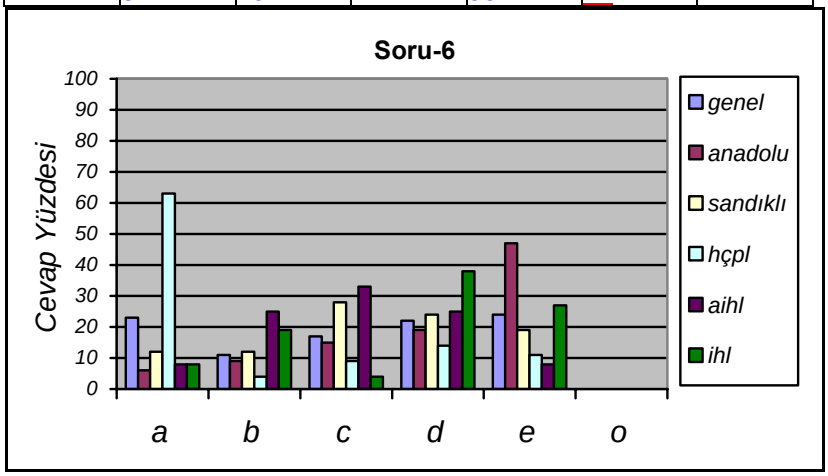
III. Dünya kutuplardan basıktır.

gerçeklerinden hangisi yada hangileriyle ilgilidir.

(23,3)A)Yalnız I (10,7)B)Yalnız III (17,2)C) I ve II (21,9)D)I ve III (24,2)E)II ve III

Tablo 4. 6 Soru 6'ya ait değerlendirme sonuçları

6	A	b	C	d	e	o
genel	23	11	17	22	24	3
anadolu	6	9	15	19	47	4
sandıklı	12	12	28	24	19	4
hçpl	63	4	9	14	11	0
aihl	8	25	33	25	8	0
ihl	8	19	4	38	27	4



Şekil 4. 8 Soru 6'ya ait sonuçların grafikleri

6. soruda % 24'lük bir kısım doğru cevap olan 'e' şıkkını işaretlemişlerdir. Bunun yanında % 23'lük bir kısım 'a' şıkkını, % 22'lik bir kısım 'd' şıkkını işaretlemişlerdir. Basit bir deney olan ve araç-gereçleri elektrik sarkacı, ebonit çubuk, askı düzeneği, yünlü kumaş, cetvelden oluşan 'yüklü iki cisim arasındaki kuvvetin uzaklıkla ters orantılı olduğunu gösteren' deneyin üzerinde biraz daha durarak benzer şekilde bir cismin ağırlığının kütleler arasındaki mesafeyle orantılıdır. Dolayısıyla kutupların merkeze olan mesafesinin daha kısa olduğunu anlatabiliriz.

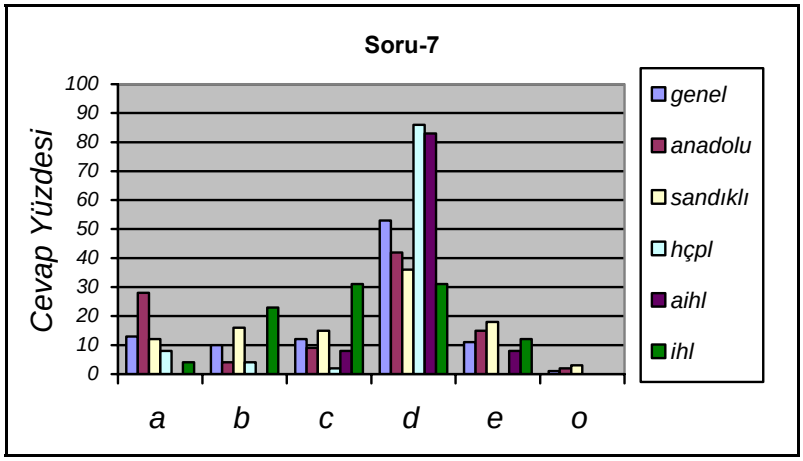
Bir cismin ağırlığı ekvatordan kutuplara doğru gidildikçe artmasına sıcaklığın bir etkisi yoktur. Ağırlığın artması çekim kuvvetinin artmasından kaynaklanır. Çekim kuvveti ise, kütleler arasındaki uzaklık azaldıkça artar. Dünya, kutuplardan basık olduğundan kutuplardaki bir cismin merkeze olan uzaklığı, ekvatordaki cismin merkeze olan uzaklık mesafesinden daha küçüktür. Dolayısıyla kutuplardaki bir cismin ağırlığı ekvatordakinden fazla olur. Öğrencilerin I. ifadeyi doğru olarak algılamasının nedeni, sıcaklık azaldıkça hacim de azalır, kütlenin sabit kaldığı yerde $d = \frac{m}{V}$ formülüne göre hacim azalınca öz kütle artar.

7. Bir parça katı kalay, eritilmiş kalay içine daldırıldığında tümüyle dibe batıyor. **Buna göre kalay eridiğinde,** I.Özkütlesi azalır. II. Kütlesi azalır. III. Hacmi artar. **yargılarından hangileri doğrudur?**

(13,5)A)Yalnız I (9,8)B)Yalnız II (11,6)C)I ve II (52,6)D)I ve III (11,2)E) I II ve III

Tablo 4. 7 Soru 7'ye ait değerlendirme sonuçları

7	a	B	C	*d*	e	o
genel	13	10	12	*53*	11	1
anadolu	28	4	9	*42*	15	2
sandıklı	12	16	15	*36*	18	3
hçpl	8	4	2	*86*	0	0
aihl	0	0	8	*83*	8	0
ihl	4	23	31	*31*	12	0



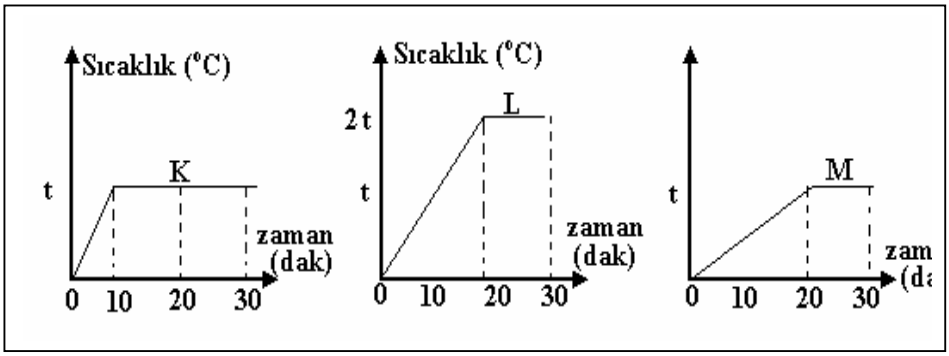
Şekil 4.9 Soru 7'ye ait sonuçların grafikleri

7. soruda % 53'lük oran doğru cevabı işaretlemiştir. Katı kalayın, eritilmiş kalay içinde tümüyle dibe batması, katı kalayın öz kütlesinin, sıvı kalayın öz kütlesinden büyük olması demektir. Buna göre, katı kalay eridiği zaman öz kütlesi azalır. Ayrıca, $d = \frac{m}{V}$ bağıntısında, kütle sabit iken, (d) öz kütle azalıyorsa, V hacmi mutlaka artmalıdır. Burada da buz ile suyun birbirlerine göre durumları anlatılıp açıklanabilir.

8. I. Sıvıların kaynama noktası, ayırt edici özelliktir.

II. Kaynama süresince sıvının sıcaklığı değişmez.

İçlerinde K, L ve M gibi renksiz sıvılar bulunan üç kap, özdeş ısıtıcılarda ısıtılıyor. Sıvılara ait sıcaklık-zaman eğrileri aşağıdaki gibi bulunuyor.



Şekil 4. 10 Sıcaklık-Zaman Grafikleri

Bu eğrilere göre K, L ve M nin aynı sıvı olup olmadığı hakkında ne söylenebilir?

(3,3) A) K ile L aynı olabilir, M kesinlikle farklıdır.

(20,5) B) M ile L aynı olabilir, K kesinlikle farklıdır.

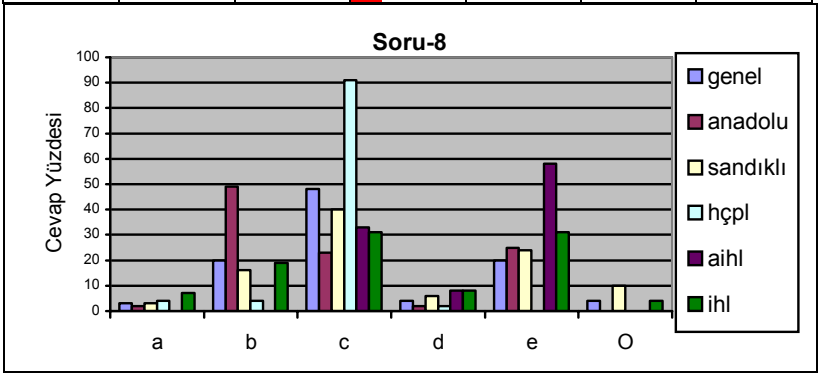
(47,9) C) K ile M aynı olabilir, L kesinlikle farklıdır.

(4,2) D) Üçü de aynı sıvı olabilir.

(20,5) E) Üçü de kesinlikle birbirinden farklıdır.

Tablo 4. 8 Soru 8'e ait değerlendirme sonuçları

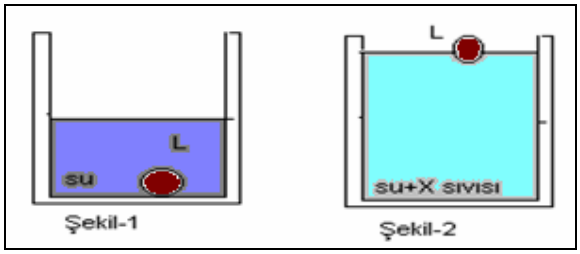
8	A	b	C	D	e	O
genel	3	20	48	4	20	4
anadolu	2	49	23	2	25	0
sandıklı	3	16	40	6	24	10
hçpl	4	4	91	2	0	0
aihl	0	0	33	8	58	0
ihl	7	19	31	8	31	4



Şekil 4.11 Soru 8'e ait sonuçların grafikleri

8. soruda % 48'lik bir oran doğru cevap olan 'c' şıkkını işaretlemiştir. Fakat bunun yanında % 21'lik bir oran 'b' şıkkını işaretlemiştir Burada öğrenciler sıvıların sıcaklık artışlarının durarak, sıcaklığın sabit olduğu zaman aralığını dikkate alarak aynı sıvıymış gibi düşünmüşlerdir ve yine aynı şekilde % 21'lik bir oran 'e' şıkkını işaretlemişlerdir. Burada da hem sıcaklık artışının hem de sürelerin farklı olmasından hepsini başka sıvıymış gibi düşünmüşlerdir. Sıvının sıcaklığının değişmediği yerde kaynama olur. Kaynama noktası ayırt edici bir özelliktir. Cisimlerin kaynamaya başladıkları sıcaklığın maddelerin ayırt edici özelliklerinden olduğunu, kaynama sıcaklıkları aynı olan iki cisim arasındaki kaynamaya başlayıncaya kadar geçen sürenin farklı olmasının, cisimlerin miktarlarından kaynaklandığını belirtmeliyiz. Bir kaba 100 mL, diğer kaba 300 mL'lik su koyarak ikisini de aynı anda aynı sıcaklıkta ısıtmaya başlayalım. Kaynamaya başlayıncaya kadar geçen sürelerin not edildiği deneyi açıklayarak anlatmalıyız. Öğrenciler 'a' şıkkının yanlış olduğunu kesin olarak bilmektedirler. Çünkü farklı sıcaklıklardaki cisimler aynı sürede de ısıtılsa bile yine de aynı cisimler olamazlar.

9.



Şekil 4.12 İçinde su ve su-x sıvısı karışımı bulunan kaplar

İçinde su bulunan bir kaba bırakılan L cismi, Şekil I deki gibi dibe batıyor. Bu kaptaki suya X sıvısı karıştırıldığında, L cismi Şekil II deki gibi yüzüyor. **Buna göre,**

I. X sıvısının öz kütlesi, suyunkinden büyüktür.

II. X sıvısının öz kütlesi, L'ninkinden büyüktür.

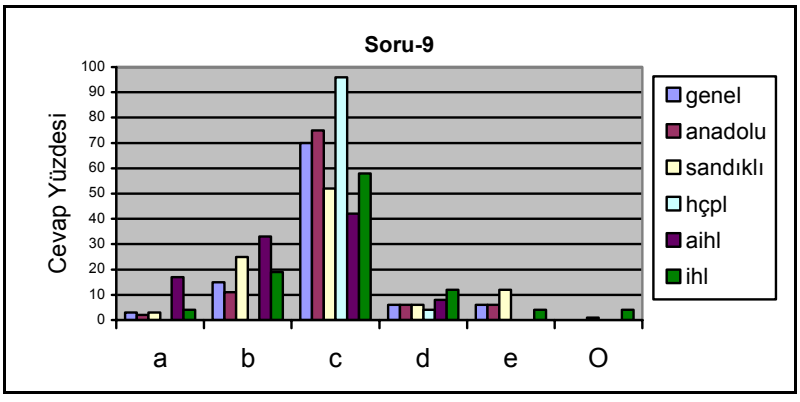
III. L cisminin öz kütlesi, karışımınkinden büyüktür.

yargılarından hangileri doğrudur.

(2,8)A)Yalnız I (14,9)B)Yalnız II (69,8)C) I ve II (6,0)D)II ve III (5,6)E)I, II ve III

Tablo 4. 9 Soru 9'a ait değerlendirme sonuçları

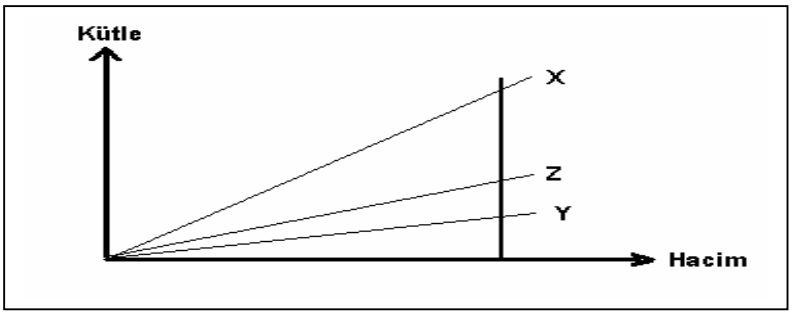
9	A	b	C	d	e	O
genel	3	15	70	6	6	0
anadolu	2	11	75	6	6	0
sandıklı	3	25	52	6	12	1
hçpl	0	0	96	4	0	0
aihl	17	33	42	8	0	0
ihl	4	19	58	12	4	4



Şekil 4.13 Soru 9'a ait sonuçların grafikleri

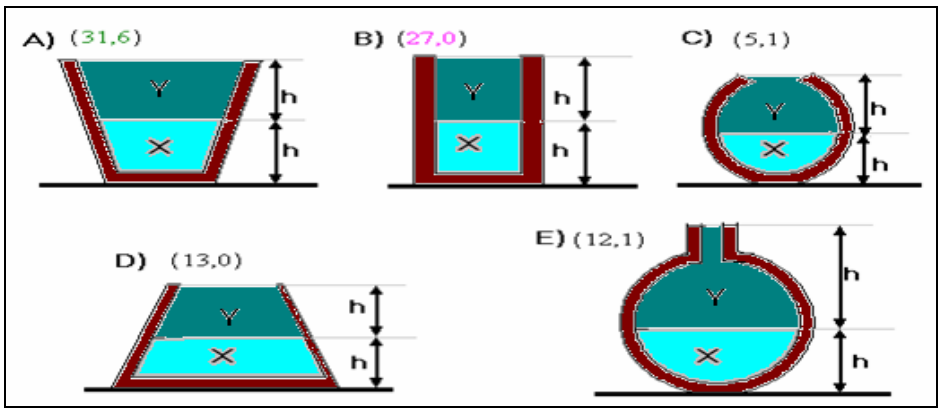
9. soruda öğrencilerin % 70'i yani, 150 kişi doğru cevabı işaretlemiştir. Diğer şıklara dağılım hemen hemen aynıdır fakat yoğunluk 'b' şıkkındadır. Bu şıkkı % 15'lik bir oran 32 kişi işaretlemiştir. Yüzen bir cismin yoğunluğu sıvınınkinden büyük olmalıdır. Bir cisim herhangi bir sıvının dibinde batmış halde duruyorsa burada cismin yoğunluğu sıvının yoğunluğundan büyüktür. Bu sıvıya başka bir sıvı ilave ettiğimiz zaman dipteki duran cisim sıvının üstüne çıkıyorsa, ilave edilen sıvının yoğunluğu hem cismin yoğunluğundan hem de önceki sıvının yoğunluğundan büyüktür. Karışımın yoğunluğu, iki sıvının yoğunluğu arasında bir değer alır. Basit bir deneyle bu gerçeği gösterebiliriz. Bir kaba su koyalım ve içine suda batabilen bir cisim yerleştirelim. Daha sonra yoğunluğu 13,6 g/cm^3 olan civa veya yoğunluğu 1,83 g/cm^3 olan sülfürik asit katarak suyun içine attığımız cismin sıvı karışımının üstüne çıkışını gözlemleyebiliriz.

10.



Şekil 4.14 Soru 10'a ait Kütle-Hacim grafiği

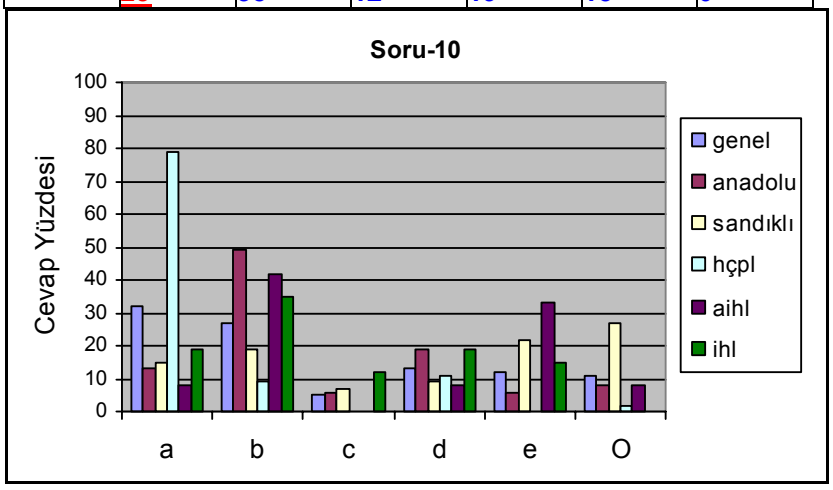
Birbiriyle karışabilen X, Y sıvıları ve bunların karışımından oluşan Z sıvısının kütle-hacim grafikleri şekildeki gibidir. **Buna göre aşağıdaki kaplardan hangisinde X sıvısının üzerinde, Y sıvısı konularak Z karışımı elde edilebilir.**



Şekil 4.15 Soru 10'a ait cevap şıklarının grafikleri

Tablo 4. 10 Soru 10'a ait değerlendirme sonuçları

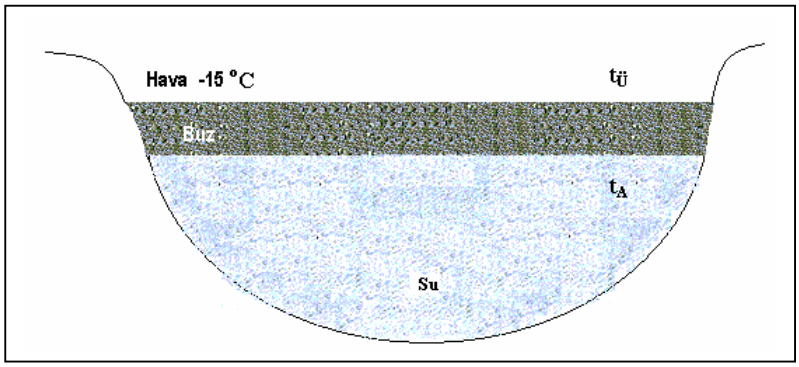
10	a	b	C	d	e	O
genel	32	27	5	13	12	11
anadolu	13	49	6	19	6	8
sandıklı	15	19	7	9	22	27
hçpl	79	9	0	11	0	2
aihl	8	42	0	8	33	8
ihl	19	35	12	19	15	0



Şekil 4.16 Soru 10'a ait sonuçların grafikleri

10. soruda doğru cevap olan 'a' şıkkını % 32'lik bir oran, 68 kişi işaretlemiştir. Fakat bunun yanında % 27'lik bir oran, 58 kişi 'b' şıkkını işaretlemiştir. Bu sorudaki kütle-hacim grafiği incelendiği zaman Z sıvısının eğimi Y sıvısının eğimine daha yakındır. Kütle-hacim grafiğinin eğimi öz kütleyi verir. Karışımın yoğunluğunun daima hacimce çok olan sıvının yoğunluğuna yakındır. Eklenen sıvının yoğunluğunun kaptaki sıvının yoğunluğundan büyük olduğunu bildikten sonra eklenen sıvı hangi kapta daha fazla ise yani hangi kap yarısından sonra hacimce artıyorsa buradaki karışımın yoğunluğu daha büyüktür. Buradaki kapların 'b' şıkkı hariç hepsinin şekilleri kabın altından üstüne doğru gidildikçe değişen kaplardır. Öğrenciler bu kapların hepsinin hacimlerinin yarıdan sonra azaldığını düşünmüşlerdir. Üst kısmı genişleyen kapların hacimleri de yukarıya doğru artmaktadır. Grafik yorumları hakkında biraz daha geniş bilgi verilmelidir.

11.



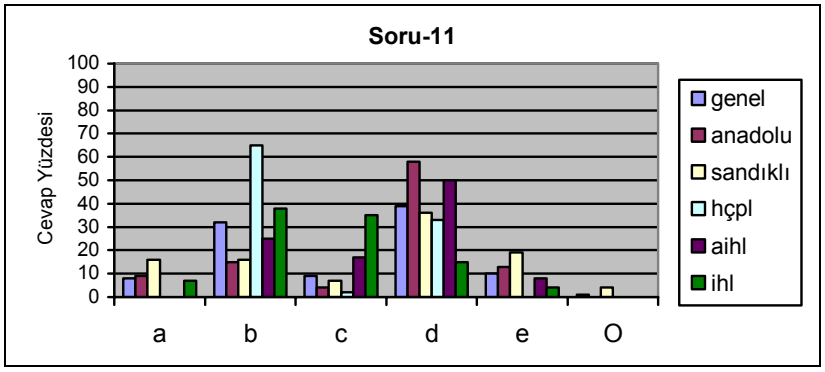
Şekil 4.17 Üstü buz kaplı su birikintisi

Büyük bir su birikintisinin üzerinde kalın bir buz tabakası oluşmuştur. Hava sıcaklığı -15^0 C olduğuna göre, buzun $t_Ü$ üst ve t_A alt yüzey sıcaklıkları kaç ^{0}C dolayındadır?

	$t_Ü$	t_A
(8,4) A)	-15	-15
(32,1) B)	-11	+4
(8,8) C)	0	+4
(39,1) D)	-15	0
(10,2) E)	0	0

Tablo 4. 11 Soru 11'e ait değerlendirme sonuçları

11	a	b	C	*d*	e	O
genel	8	32	9	*39*	10	1
anadolu	9	15	4	*58*	13	0
sandıklı	16	16	7	*36*	19	4
hçpl	0	65	2	*33*	0	0
aihl	0	25	17	*50*	8	0
ihl	7	38	35	*15*	4	0



Şekil 4.18 Soru 11'e ait sonuçların grafikleri

11. soruda doğru cevap olan 'd' şıkkını % 39'luk bir oran, 84 kişi işaretlemiştir. Öğrenciler genel olarak doğru cevabı bilmişlerdir. Fakat bunun yanında % 32'lik bir oran, 69 kişi 'b' şıkkını işaretlemiştir. Burada öğrenciler kış mevsiminde göllerin ve denizlerin donması sonucu suyun alt kısmının yaklaşık +4 ^{0}C civarında olduğunu yanlış yorumlamışlardır. Çünkü buzun hemen alt kısmındaki su, su-buz karışımı şeklindedir ve su-buz karışımının sıcaklığı normal şartlarda 0 ^{0}C'dir. Buzun üst yüzeyi -15 ^{0}C'deki hava ile temasta olduğu için üst yüzeyi bu sıcaklıktadır.

12. Bir şişeyi düzgün olarak kesmek için, şişe bir cam kesici ile kesilir. Çizik üzerine bir bakır tel sarılarak telin artan ucu ısıtılır. Sonra çizik üzerine su damlatılır. **Bu işlemde niçin bakır metali kullanılır?**

(47,4) A) Bakır ısıyı iyi ilettiğinden

(27,4) B) Bakırın genleşme katsayısı, camınkinden büyük olduğundan

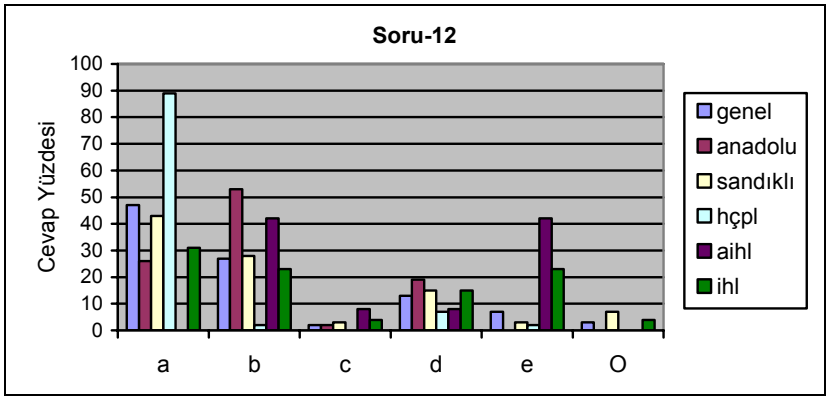
(2,3) C) Bakır ince tel biçiminde çekilebildiğinden

(13,5) D) Bakırın genleşme katsayısı, camınkinden küçük olduğundan

(6,5) E) Bakır kolayca bükülebildiğinden

Tablo 4. 12 Soru 12'ye ait değerlendirme sonuçları

12	a	B	C	d	e	O
genel	47	27	2	13	7	3
anadolu	26	53	2	19	0	0
sandıklı	43	28	3	15	3	7
hçpl	89	2	0	7	2	0
aihl	0	42	8	8	42	0
ihl	31	23	4	15	23	4



Şekil 4.19 Soru 12'ye ait sonuçların grafikleri

12. soruda doğru cevap olan 'a' şıkkını % 47'lik bir oran, 102 kişi işaretlemiştir. Genel olarak öğrenciler doğru cevabı bilmişlerdir. Fakat bunun yanında % 27'lik bir oran, 59 kişi 'b' şıkkını işaretlemiştir. Şişe çizilerek, çizik üzerine bakır tel sarılıp telin boşta kalan ucu önce ısıtılıp, ısının çizilen yere ulaşması sağlanır ve sonra soğutulmasıyla şişe çizilen yerden düzgün olarak kesilmiş olur. Bunun sebebi bakır ısıtıldığında ısıyı iyi ilettiği için çizginin her tarafını ısıtması, dolayısıyla genleştirmiş olmasıdır. Bu durumdayken bakır telin üzerine su damlatıldığında tel ve telin temasta olduğu çiziğin her yanı birden bire soğutulmuş olur. Soğuyan yerde büzülme olacağı için çizik yapılan yerden şişe kesilmiş olur. Burada esas neden camın çizilen yerinin önce ısıtılıp genleşmesinden sonra aniden soğutularak büzülüp çizilen yerden kırılmasıdır. Önemli olan bakırın ısıyı camdan daha iyi ilettiğidir. Bakırın genleşme katsayısı camınkinden büyük olmasına rağmen esas neden o değildir. Çünkü su damlatılmıştır. Aksi doğru olsaydı, tel genleşerek orada gevşeklik meydana getirirdi. Soğuk bir bardağa aniden sıcak su konulduğu zaman çatladığını veya kırıldığını belirtebiliriz.

13. Serin bir günde, parkta tahta sırada oturmakta olan bir adam, beton bir sıraya geçerse daha fazla üşümeye başlar. **Bunun en önemli nedeni hangisidir?**

(46,0) A) Betonun ısınma ısısının tahtanınkinden küçük olması.

(7,9) B) Betonun özkütlesinin tahtanınkinden büyük olması

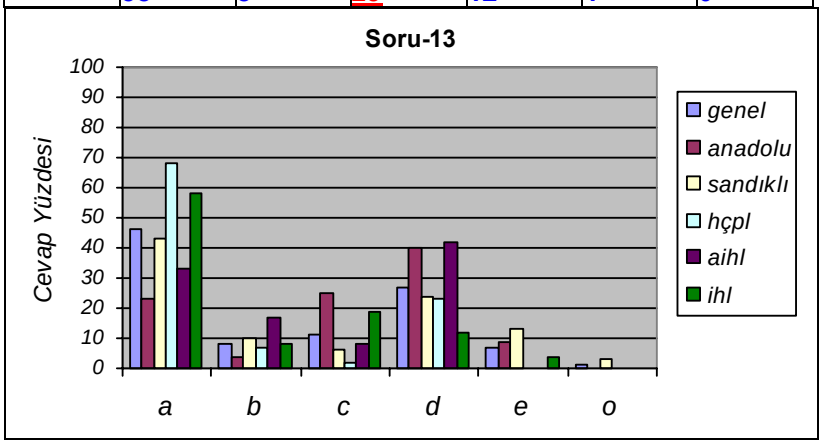
(11,2) C) Betonun, ısıyı tahtadan daha iyi iletmesi

(27,0) D) Betonun ısınma ısısının tahtanınkinden büyük olması

(7,0) E) Betonun ısıyı tahtadan daha kötü iletmesi

Tablo 4. 13 Soru 13'e ait değerlendirme sonuçları

13	a	b	C	d	e	o
genel	46	8	11	27	7	1
anadolu	23	4	25	40	9	0
sandıklı	43	10	6	24	13	3
hçpl	68	7	2	23	0	0
aihl	33	17	8	42	0	0
ihl	58	8	19	12	4	0



Şekil 4.20 Soru 13'e ait sonuçların grafikleri

13. soruda % 11 oranında doğru cevap işaretlenmiştir. Oran çok düşüktür. Burada da soruda istenilen esas cevabı iyi anlayıp, kavramak gerekir. Diğer iki şıkkın işaretlenme oranı çok yüksektir. % 46'lık bir oranla 99 kişi 'a' şıkkını işaretlemişlerdir Doğru gibi görünen ilk şık işaretlenip diğer şıklar bazen okunmayabiliyor. % 27'lik bir oran, 58 kişi 'd' şıkkını işaretlemiştir. Adamın daha fazla üşümesinin sebebi ısı iletkenliğidir. Beton ısıyı tahtadan daha iyi iletir. Beton, adamın ısısını tahtadan daha çok çeker, emer veya başka yere iletir. Her ikisi de aynı ortamda bulunduğu için her ikisinin de sıcaklıkları eşittir. Betonun sıcaklığı düşük değildir. Onun için aynı sıcaklıkta olmalarına rağmen tahtadan yapılmış sıraya oturan adam, beton sıraya otururs daha fazla üşümeye başlar. Çünkü vücut ısısı beton tarafından daha çabuk ve çok çekilir. Çok ısı kaybeden vücut çok üşür. Betonun tahtaya göre genelde soğuk havalarda daha soğukmuş veya sıcak havalarda daha sıcakmış gibi düşünülmesi, betonun ısınma ısısı tahtanınkinden küçük veya büyük şeklinde düşünülür. Burada esas olan ısı iletkenliğidir.

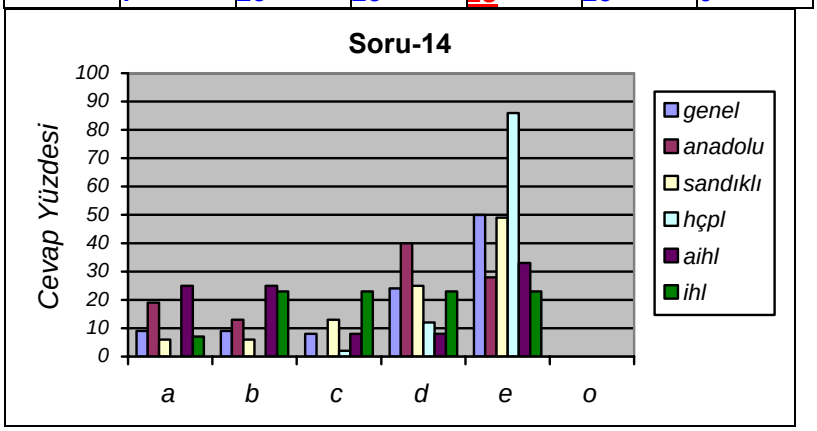
14. I. Açık hava basıncı II. Sıvının arılık derecesi III. Sıvının kütlesi

Açık bir kapta ısıtılan bir sıvının kaynama noktası (kaynamaya başladığı sıcaklık) **yukarıdakilerden hangilerine bağlıdır?**

(8,8)A)Yalnız I (9,3)B)Yalnız II (7,9)(C)Yalnız III (24,2)D)I ve II (49,8)E)I ve III

Tablo 4. 14 Soru 14'e ait değerlendirme sonuçları

14	a	B	C	d	e	O
genel	9	9	8	24	50	0
anadolu	19	13	0	40	28	0
sandıklı	6	6	13	25	49	0
hçpl	0	0	2	12	86	0
aihl	25	25	8	8	33	0
ihl	7	23	23	23	23	0



Şekil 4.21 Soru 14'e ait sonuçların grafikleri

14. soruda doğru cevap olan 'd' şıkkını % 24'lük bir oran, 52 kişi işaretlemiştir. Genel olarak öğrenciler doğru cevabı bilememişlerdir, % 27'lik bir oran, 107 kişi 'e' şıkkını işaretlemiştir. Bir sıvının kaynama noktası, sıvının arılık derecesine ve sıvının üzerine etki eden basınca bağlıdır. Sıvının kütlesi ise, kaynama başlayıncaya kadar geçen süreyi etkiler, kaynama noktasını etkilemez. Öğrencilerin çoğu soruyu tam anlamadan cevaplandırmışlardır ve sıvının kaynama noktasıyla kaynayıncaya kadar geçen süre arasında yanlış bir bağ kurmuşlardır. Her iki kavramı birbiriyle doğru orantılı olarak düşünmüşlerdir.

15.

Tablo 4. 15 X, Y ve Z sıvılarının sıcaklık, kütle ve hacimleri

	Sıcaklık (^oC)	Kütle(g)	Hacim (cm^3)
X	30	120	100
Y	20	120	100
Z	20	60	50

Çizelgede X, Y ve Z sıvılarının sıcaklıkları, kütleleri ve hacimleri verilmiştir. **Öz kütle maddeler için ayırt edici bir özellik olduğuna göre X, Y ve Z sıvılarının aynı türden olup olmayacağı konusunda aşağıdakilerden hangisi doğrudur?**

A) (14,0) X ve Y aynı türden olmayabilir, Z değişik türdendir.

B) (37,2) Y ve Z aynı türden olabilir, X değişik türdendir.

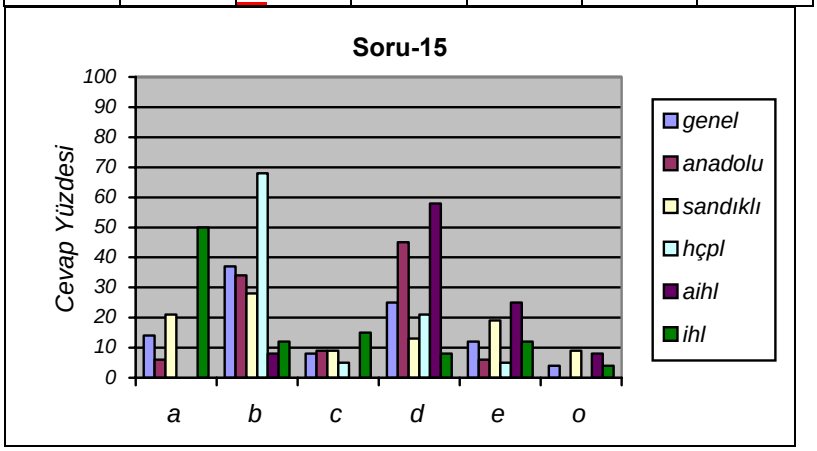
C) (8,4) X ve Z aynı türden olabilir, Y değişik türdendir.

D) (25,1) X, Y ve Z aynı türdendir.

E) (11,6) X, Y ve Z değişik türdendir.

Tablo 4. 16 Soru 15'e ait değerlendirme sonuçları

15	a	b	C	d	e	o
genel	14	37	8	25	12	4
anadolu	6	34	9	45	6	0
sandıklı	21	28	9	13	19	9
hçpl	0	68	5	21	5	0
aihl	0	8	0	58	25	8
ihl	50	12	15	8	12	4



Şekil 4.22 Soru 15'e ait sonuçların grafikleri

15. soruda % 37'lik bir başarı vardır, doğru cevap olan 'b' şıkkını 80 kişi işaretlemiştir. Fakat bunun yanında 'd' şıkkını işaretleyenlerin oranı % 25'tir. Aynı sıcaklıktaki maddeler için öz kütle ayırt edici özelliktir. Üçünün öz kütlesinin de 1,2 g/cm^3 çıkması sıvıların aynı sıvı olduğunu göstermez. Çünkü X sıvısının sıcaklığı Y ve Z'ninkinden farklı durumdadır. X'in sıcaklığını da 20 ^oC'ye düşürseydik V_x hacmi küçülecek ve $\frac{m_x}{V_x}$ oranı, yani öz kütlesi büyüyecekti. O halde Y ve Z sıvıları aynı sıvı olabilir. X farklı bir sıvıdır. Öğrencilerden 'd' şıkkını işaretleyenler sıcaklık farkını göz önünde bulundurmadan öz kütlelerine bakarak hepsinin aynı sıvı olacağını düşünmüşlerdir. Sıcaklık, hacimle doğru, öz kütle ile ters orantılıdır.

16. Ağzı açık bir kapta su ısıtılırken hava kabarcıkları çıkar. **Bu olay;**

I. Suyun içinde çözünmüş hava vardır.

II. Açık hava basıncı azaldıkça, havanın su içindeki çözünürlüğü azalır.

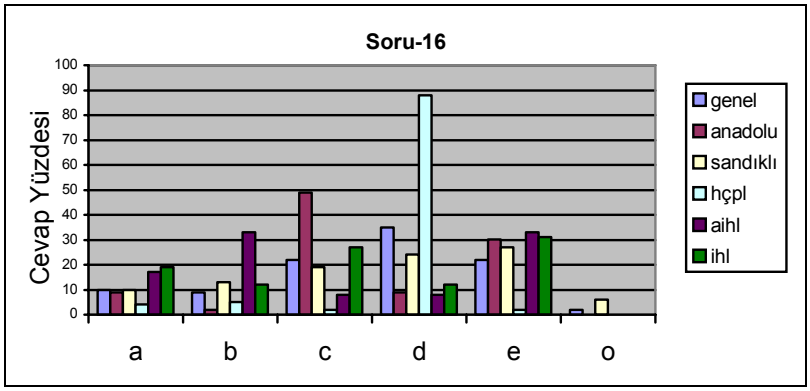
III. Sabit basınç altında ısınan gazların hacimleri artar.

gerçeklerinden hangisi ya da hangileriyle ilgilidir?

(9,8)A)Yalnız I (9,3)B)Yalnız II (22,3)C)Yalnız III (34,9)D)I ve II (21,9)E)I ve III

Tablo 4. 17 Soru 16'ya ait değerlendirme sonuçları

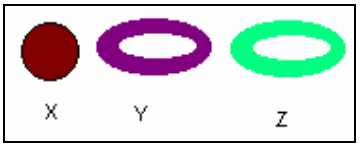
16	a	b	C	d	e	o
genel	10	9	22	35	22	2
anadolu	9	2	49	9	30	0
sandıklı	10	13	19	24	27	6
hçpl	4	5	2	88	2	0
aihl	17	33	8	8	33	0
ihl	19	12	27	12	31	0



Şekil 4.23 Soru 16'ya ait sonuçların grafikleri

16. soruda doğru cevap olan 'e' şıkkını % 22'lik bir oran, 47 kişi işaretlemiştir. Genel olarak öğrenciler doğru cevabı bilememişlerdir, % 35'lik bir oran, 75 kişi 'd' şıkkını ve % 22'lik bir oran, 48 kişi 'c' şıkkını işaretlemiştir. Su ısıtıldığında suyun içindeki çözünmüş hava molekülleri hacimce genleşir ve öz kütlesi azalır. Genleşen hava kabarcıklarının özkütlesi suyun öz kütlesinden daha düşük hale gelir ve suyun kaldırma kuvvetiyle yukarıya yükselir ve suyun üzerinden dışarı çıkar. Isınan gazın hacminin artmasıyla kabın çeperinden kopan kabarcık yüzeye doğru ilerler. Suyun içinde çözünmüş hava olmadan hava kabarcığı çıkmaz. Basıncın azalması ve havanın çözünürlüğünün azalmasının bu olayla ilgisi yoktur. Önemli olan su içinde çözünmüş hava olmasıdır. Hatta havanın az ya da çok olması da önemli değildir. Öğrenciler suyun üzerine etki eden açık hava basıncının azalmasıyla suyun içinde daha çok hava kabarcığının çözüneceğini düşünmüşlerdir. Aynı şekilde suyun içinde çözünmüş hava yoksa, ısıyı ne kadar artırırsak artıralım dışarıya hava kabarcıkları çıkmaz.

17.



Şekil 4.24 X topu, Y ve Z halkaları

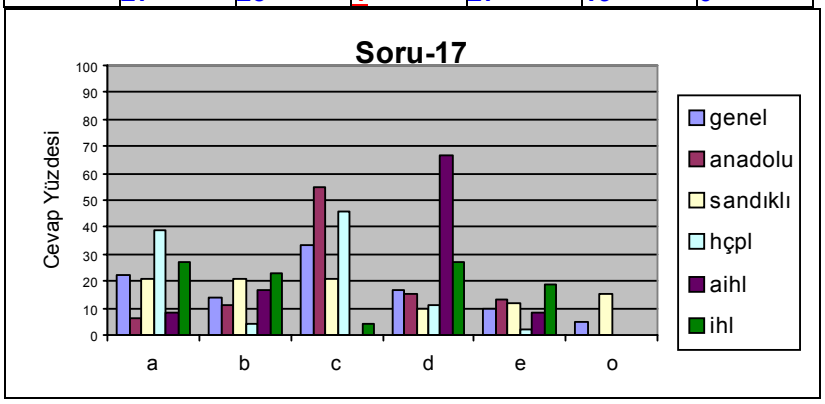
Şekildeki cisimler oda sıcaklığındayken, X topu, Y halkasından geçiyor fakat Z den geçemiyor. Bunların üçü birden belli bir sıcaklığa kadar ısıtıldığında, bu kez X topu, Y den geçemiyor, Z den geçiyor. **Cisimlerin yapıldığı metallerin λ_x, λ_y, λ_z uzama katsayıları nasıl sıralanır?**

(21,9) A) $\lambda_x < \lambda_y < \lambda_z$ (14,0) B) $\lambda_x < \lambda_z < \lambda_y$ (32,6)C) $\lambda_y < \lambda_x < \lambda_z$

(16,7) D) $\lambda_z < \lambda_x < \lambda_y$ (10,2) E) $\lambda_z < \lambda_y < \lambda_x$

Tablo 4. 18 Soru 17'ye ait değerlendirme sonuçları

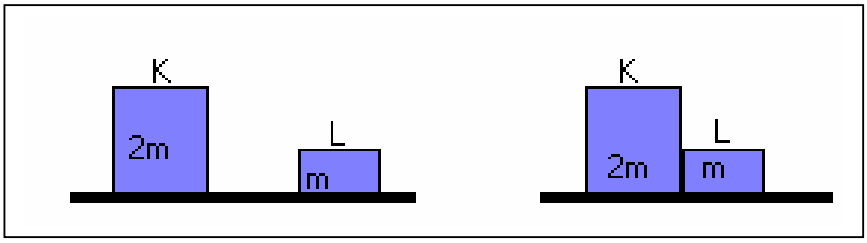
17	A	B	c	d	e	o
genel	22	14	33	17	10	5
anadolu	6	11	55	15	13	0
sandıklı	21	21	21	10	12	15
hçpl	39	4	46	11	2	0
aihl	8	17	0	67	8	0
ihl	27	23	4	27	19	0



Şekil 4.25 Soru 17'ye ait sonuçların grafikleri

17. soruda öğrencilerin % 33'ü yani 70 kişi doğru cevap olan 'c' şıkkını işaretlemiştir. Bunun yanında % 22'si yani 47 kişi 'a' şıkkını işaretlemiştir. Isıtılmadan önce X topu Y halkasından geçerken, ısıtıldıktan sonra geçemez hale gelmesi, X 'in Y'den daha çok genleşmesi anlamına gelir. Yani $\lambda_x > \lambda_y$ dir. X topu Z'den geçemez iken, sıcaklıkları artırıldığında geçer hale gelmesi, Z'nin, X'ten daha çok genleşmiş olduğu sonucunu verir. Yani $\lambda_z > \lambda_x$ dir. Buna göre cisimlerin yapıldığı metallerin uzama katsayıları arasında, $\lambda_z > \lambda_y > \lambda_x$ ilişkisi vardır. Burada öğrencilerin bir kısmı X topunun ısıtılmadan önce Y halkasından, ısıtıldıktan sonra da Z halkasından geçtiğini görerek en küçük uzama katsayısı X'in olduğunu düşünmüşlerdir.

18.

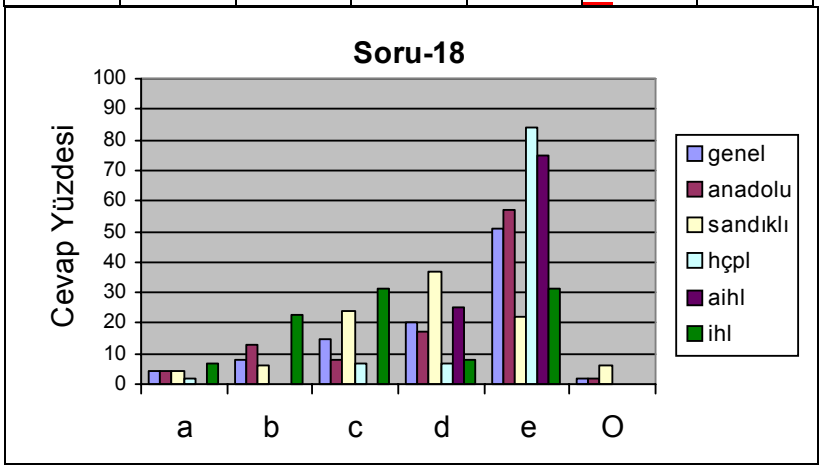


Şekil 4. 26 Sıcaklıkları farklı iki katı cisim

Şekildeki sıcaklıkları farklı olan iki katı cisim birbirlerine dokunduruluyor. **Bu iki cisim için** I. Isı değişimleri eşit olur. II. Sıcaklık değişimleri eşit olur. III. Son sıcaklıkları eşit olur. **yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?** (Isı alışverişi yalnız iki cisim arasındadır.)
(3,7)A)Yalnız I (7,9)B)Yalnız II (14,9)C) I ve II (20,0)D)II ve III (51,2)E)I ve III

Tablo 4. 19 Soru 18'e ait değerlendirme sonuçları

18	A	B	c	d	e	O
genel	4	8	15	20	51	2
anadolu	4	13	8	17	57	2
sandıklı	4	6	24	37	22	6
hçpl	2	0	7	7	84	0
aihl	0	0	0	25	75	0
ihl	7	23	31	8	31	0

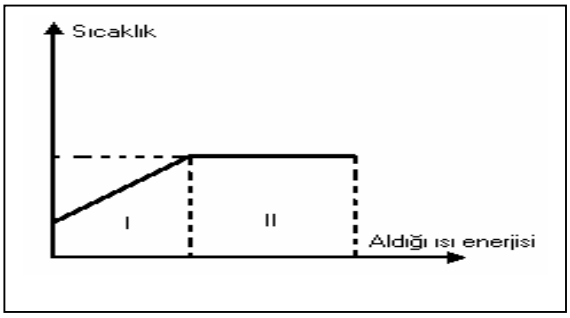


Şekil 4.27 Soru 18'e ait sonuçların grafikleri

18. soruda öğrencilerin % 51'i sorunun cevabını bilmiştir. 110 öğrenci doğru seçenek olan 'e' şıkkını işaretlemiştir. Fakat öğrencilerin % 20'si 'd' şıkkını

işaretlemiştir. Bu şıkkı işaretleyen öğrenciler ısı ve sıcaklık arasındaki farkı bilmedikleri ortaya çıkmıştır. Bazı öğrencilerin ısı değişimi ile sıcaklık değişimlerini karıştırdıkları ortaya çıkmıştır. Farklı sıcaklıktaki cisimler birbirlerine dokundurulduğunda, ısı alışverişi gerçekleşir. Alınan ısı her zaman verilen ısıya eşittir. $Q = m.c.\Delta t$ bağıntısına göre, ısı değişimleri aynı olsa bile ısı sığaları eşit olmadıkça, ΔT sıcaklık değişimleri eşit olamaz. Dolayısıyla II. madde kesinlikle doğru değildir. Dokundurulan cisimler sıcaklık dengesine gelirler. Sıcaklık dengesinin kurulması son sıcaklıklarının eşit olması demektir. Isı alışverişi yapan tüm maddelerde ısıl denge sonunda sıcaklıklar eşit olmak zorundadır.

19.



Şekil 4. 28 Soru 19'a ait sıcaklık-ısı enerjisi grafiği

Açık havada kapta ısıtılan sıvının sıcaklık-aldığı ısı enerjisi grafiği şekildeki gibidir.

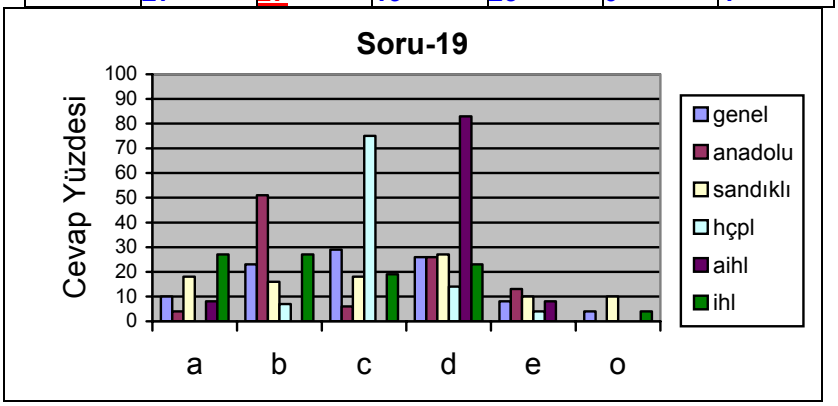
Grafiğin I. ve II. bölgelerindeki ısıtma süresince kapta kalan sıvının özkütlesinin değişip değişmediği konusunda ne söylenebilir?

(I. aralıkta buharlaşma ihmal ediliyor.)

	I	II
(10,2)	A) Azalır	Artar
(22,8)	B) Azalır	Değişmez
(29,3)	C) Artar	Azalır
(26,0)	D) Artar	Değişmez.
(7,9)	E) Değişmez.	Değişmez.

Tablo 4. 20 Soru 19'a ait değerlendirme sonuçları

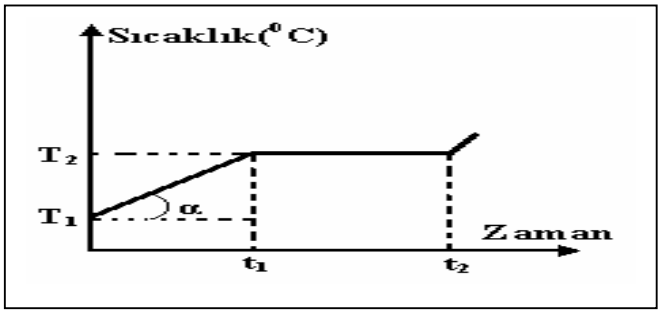
19	a	b	c	d	e	o
genel	10	23	29	26	8	4
anadolu	4	51	6	26	13	0
sandıklı	18	16	18	27	10	10
hçpl	0	7	75	14	4	0
aihl	8	0	0	83	8	0
ihl	27	27	19	23	0	4



Şekil 4.29 Soru 19'a ait sonuçların grafikleri

19.soruyu öğrencilerin çoğunluğu doğru olarak cevaplandıramamıştır. Doğru cevap olan 'b' şıkkını % 23'ü işaretlemiştir. Bunun yanında 'c' şıkkını % 29'u 'd' şıkkını % 26'sı işaretlemişlerdir. Her iki şıkta da öğrenciler sıcaklığın artmasıyla öz kütlenin de artacağını düşünmüşlerdir. Sıcaklığı artan sıvı genleşir ve hacmi artar. Fakat kütlesi değişmez. $d = \frac{m}{V}$ bağıntısına göre, kütle sabit iken hacim artarsa, öz kütle azalır, hacim azalırsa öz kütle artar. Isı alan sıvının sıcaklığı artar, dolayısıyla sıvı genleşir ve hacmi de artar, hacmi artınca öz kütlesi azalır. Grafiğin sabit olduğu (II. Bölge) bölgede sıvı hal değiştiriyor. Hal değiştiren sıvının kapta kalan kısmının sıcaklığı değişmez. Sıcaklık değişmeyince genleşme olmaz ve öz kütle de değişmez.

20.



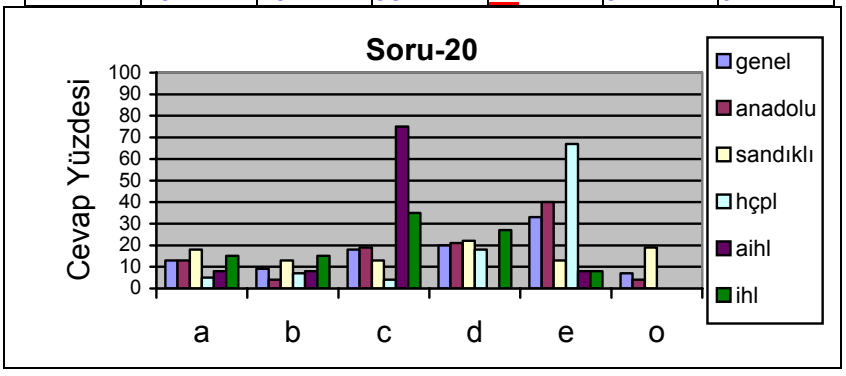
Şekil 4.30 Soru 20'ye ait sıcaklık-zaman grafiği

T_1 °C sıcaklığında katı bir maddeye ısı hızı sabit olan bir ocakla ısı verildiğinde sıcaklık-zaman grafiği şekildeki gibi oluyor. **Aynı ortamda aynı katı madde ısı hızı daha yüksek olan bir ocakla ısıtılsaydı, T_2, t_1, t_2 ve α niceliklerinden hangileri değişirdi?**

(12,6)A)Yalnız α (9,3)B) Yalnız T_2 (18,1)C) t_1 ve t_2 (20,0)D) t_1, t_2 ve α (33,0)E) t_1, t_2 ve T_2

Tablo 4. 21 Soru 20'ye ait değerlendirme sonuçları

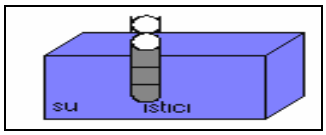
20	a	B	C	*d*	e	o
genel	13	9	18	*20*	33	7
anadolu	13	4	19	*21*	40	4
sandıklı	18	13	13	*22*	13	19
hçpl	5	7	4	*18*	67	0
aihl	8	8	75	*0*	8	0
ihl	15	15	35	*27*	8	0



Şekil 4.31 Soru 20'ye ait sonuçların grafikleri

20. soruda ise öğrenciler doğru şık olan ‘d’ şıkkını % 20 oranında işaretlemişlerdir. Bunun yanı sıra ‘e’ şıkkını % 33 oranında ve ‘c’ şıkkını % 18 oranında işaretlemişlerdir. Burada öğrencilerin, kaynama sıcaklığının maddeler için ayırt edici bir özellik olduğunu, ısıtılan cismin ısı hızına bağlı olmadığını bilmedikleri ortaya çıkmıştır. Grafiğe göre katı madde T_1 sıcaklığında, ısı hızı sabit olan ocakla ısıtılmaya başlanmış ve T_2 sıcaklığında erimeye başlamıştır. Erime sıcaklığı maddenin cinsine bağlıdır. Basınç değişimi ve maddenin saflığını bozan madde karıştırılmadığı sürece, T_2 sıcaklığı değişmez. Ocağın ısı hızına bağlı değildir. Ocağın ısı hızı artırıldığında, birim zamanda daha fazla ısı enerjisi alan madde erime sıcaklığına daha kısa sürede ulaşır. Ayrıca maddenin hal değiştirme ısısı sabit olduğundan madde daha kısa sürede erir. Grafikte t_1 değerinin küçülmesi, doğrunun yatayla yaptığı α açısının büyümesine neden olur. Buna göre t_1, t_2 ve α nicelikleri değişir.

21.



Şekil 4.32 Su dolu kovanın dibine konulan ısıtıcı

Şekildeki ısıtıcıyı su dolu kovanın dibine koyduğumuzda suyun her tarafı ısınıyor. Fakat ısıtıcıyı suyun üst kısmına getirdiğimizde, suyun alt kısmı fazla ısınmıyor. **Bu olay;**

I. Su iyi bir ısıl iletken değildir. II. Isınan suyun öz kütlesi azalır.

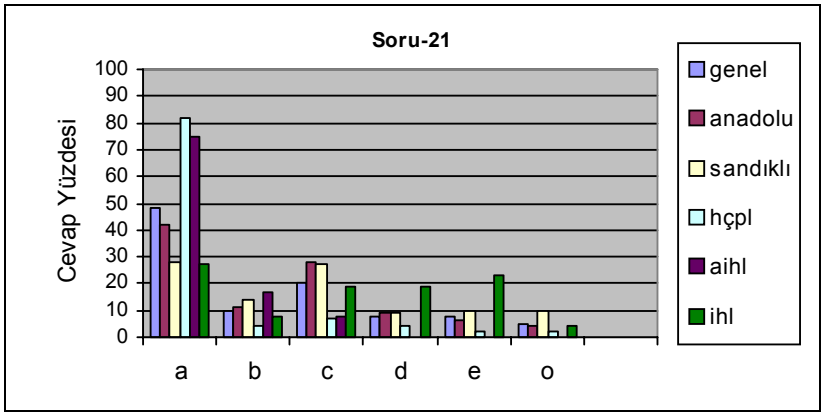
III. Öz kütlesi büyük olan sıvı altta kalır.

yargılarından hangileriyle açıklanabilir?

(48,4)A) Yalnız I (10,2)B) I ve II (20,0)C) II ve III (8,4)D) I ve III (7,9)E) I, II ve III

Tablo 4. 22 Soru 21’e ait değerlendirme sonuçları

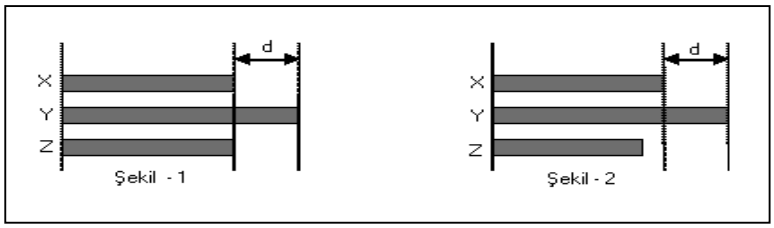
21	a	B	c	d	e	o
genel	48	10	20	8	8	5
anadolu	42	11	28	9	6	4
sandıklı	28	14	27	9	10	10
hçpl	82	4	7	4	2	2
aihl	75	17	8	0	0	0
ihl	27	8	19	19	23	4



Şekil 4.33 Soru 21'e ait sonuçların grafikleri

21. soruda ise öğrenciler doğru şık olan 'e' şıkkını % 8 oranında işaretlemişlerdir. Bu oran çok düşüktür. Bunun yanında 'a' şıkkını % 48 oranında ve 'c' şıkkını % 20 oranında işaretlemişlerdir. Bu gerçekten çok kötü bir sonuçtur. Geçmiş konulardan kalan hatalar ve ısı konusundaki eksik bilgiler yüzünden böyle bir sonuç ortaya çıkmıştır. Bu sonuca göre öğrencilere ısı, hacim ve öz kütle arasındaki ilişkiler yeterince öğretilememiş veya yanlış öğretilmiş. Sıvı alttan ısıtıldığında genleşen suyun öz kütlesi azalarak yukarı çıkar. Yukarıdaki soğuk ve öz kütlesi daha büyük olan su aşağı inerek konveksiyon akımı meydana gelir. Su üstten ısıtıldığında ise, öz kütlesi küçük olan ısınmış su aşağı inemez ve aşağıdaki öz kütlesi büyük olan soğuk su yukarı çıkamaz. Yani konveksiyon akımı oluşmaz. Su iyi bir iletken olmadığı için, iletim yoluyla yukarıdan aşağıya çok fazla ısı iletilemez. Sonuçta suyun üst kısmı sıcak alt kısmı kısmen soğuk olur.

22.



Şekil 4. 34 X, Y ve Z metal çubukları ve ısıtıldıktan sonraki durumları

X, Y ve Z metal çubuklarının boyları Şekil-1'deki gibi X ile Z eşit, Y'ninki ise daha büyüktür. Bu çubukların sıcaklıkları eşit miktarda artırıldığında birbirlerine göre konumu Şekil-II'deki gibi olmaktadır. **Buna göre,**

I. X'in uzama katsayısı, Y'ninkine eşittir.

II. Y'nin uzama katsayısı, Z'ninkinden büyüktür.

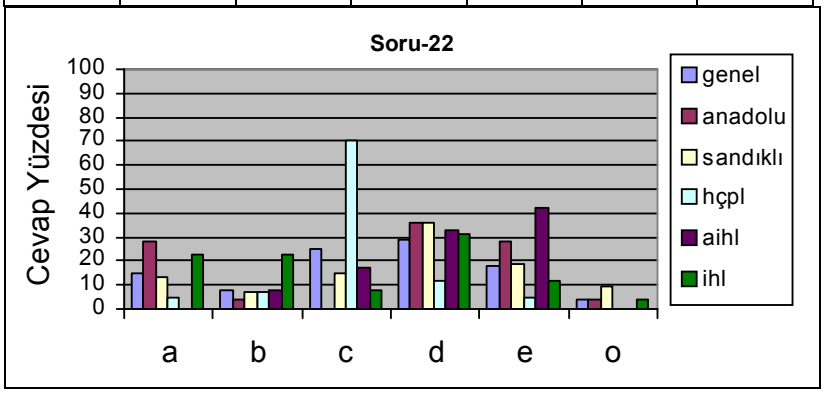
III. X'in uzama katsayısı, Z'ninkinden büyüktür.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur.

(15,3)A)Yalnız III (8,4)B) I ve II (25,1)C) I ve III (28,8)D) II ve III (18,1)E) I, II ve III

Tablo 4. 23 Soru 22'ye ait değerlendirme sonuçları

22	a	b	c	d	e	o
genel	15	8	25	29	18	4
anadolu	28	4	0	36	28	4
sandıklı	13	7	15	36	19	9
hçpl	5	7	70	12	5	0
aihl	0	8	17	33	42	0
ihl	23	23	8	31	12	4



Şekil 4.35 Soru 22'ye ait sonuçların grafikleri

22. soruda ise öğrenciler doğru şık olan 'a' şıkkını % 15 oranında işaretlemişlerdir. Fakat 'c' şıkkını % 25 oranında, 'd' şıkkını % 29 ve 'e' şıkkını da % 18 oranında işaretlemişlerdir. Bu soruya da doğru cevap verme oranı düşüktür. Şekil II'ye bakıldığında cisimlerin (özellikle X ve Y cisimlerinin) boyları hiç uzamamış gibi görülmektedir. Buradaki "d" mesafesinin (X ve Y cisimlerinin boyları arasındaki mesafe) aynı değerde sabit kalması cisimlerin boylarının uzamadığı anlamına gelmez. Aynı şekilde Z cisminin boyunun diğer X ve Y metal çubuklarına göre kısa kalması, Z metal çubuğunun boyunun kısaldığı anlamına da gelmez. Isıtılan cisimlerin boylarında uzama olur. Çubukların boyları uzamıştır fakat Z metal çubuğu X ve Y metal çubuklarına göre biraz daha az uzamıştır. Metal çubukların ilk boyları

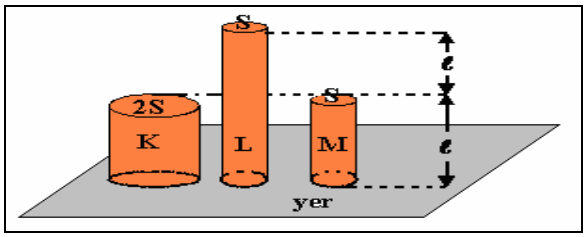
ℓ_o, uzama katsayıları α ve sıcaklık artışı ΔT ise, boylarındaki $\Delta\ell$ uzama miktarı, $\Delta\ell = \ell_o.\alpha.\Delta T$ bağıntısı ile hesaplanır. ΔT, üç çubuk içinde eşit olduğuna göre,

I. Verilen şekillere göre, X ile Y eşit miktar uzamış, fakat Y nin ilk boyu daha büyük olduğu için uzama katsayısı X'inkinden küçük olmalı ki eşit miktar uzayabilsinler. (I Yanlış)

II. Verilen şekillere göre, Y, Z'den daha fazla uzamış, Y'nin ilk boyu Z'ninkinden büyük. Bu fazla uzama acaba ilk boyun büyüklüğünden mi yoksa uzama katsayısının büyük olmasından mı? Bu kesin değil. (II kesin değil)

III. Isıtılmadan önce X ile Z'nin boyları eşit ve sıcaklık artışı da eşit olmasına rağmen, X, Z'den daha fazla uzuyorsa, bu X'in uzama katsayısının Z'ninkinden büyük olmasıyla açıklanabilir. (III kesin doğru) Bu konunun daha iyi anlaşabilmesi için 'Bir metal çiftinin sıcaklıkla genleşmesinin ortaya çıkardığı sonuçlarının incelenmesi' deneyini genleşme katsayıları farklı, birbirine perçinlenmiş metal çiftleri kullanarak yapmak, konu hakkında biraz daha bilgi verilebilir.

23.



Şekil 4.36 Aynı maddeden yapılmış eşit sıcaklıktaki K, L ve M silindirleri

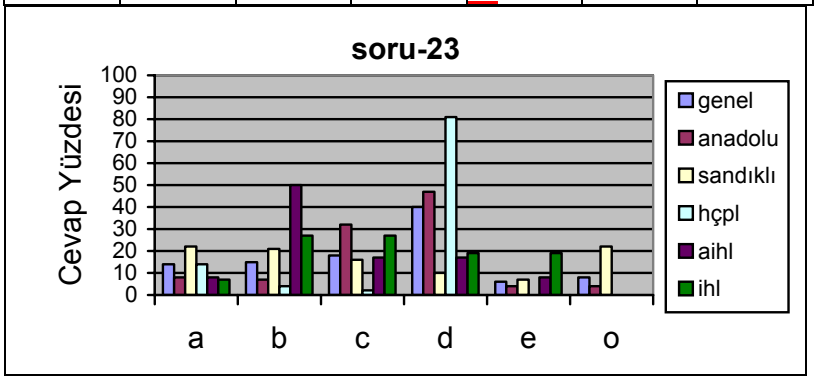
Şekilde aynı maddeden yapılmış ve aynı sıcaklıkta K, L ve M metal silindirleri görülmektedir. **Bu silindirlere eşit miktarlarda ısı verildiğinde, silindirlerin boylarındaki $\Delta\ell_K$, $\Delta\ell_L$ ve $\Delta\ell_M$, değişimleri arasındaki ilişki nedir?**

(14,0) A) $\Delta\ell_K=\Delta\ell_M>\Delta\ell_L$ (14,9) B) $\Delta\ell_L>\Delta\ell_K=\Delta\ell_M$

(17,7) C) $\ell_L>\Delta\ell_K>\Delta\ell_M$ (39,5) D) $\Delta\ell_L=\Delta\ell_M>\Delta\ell_K$ (6,0) E) $\Delta\ell_K=\Delta\ell_L=\Delta\ell_M$

Tablo 4. 24 Soru 23'e ait değerlendirme sonuçları

23	a	B	C	D	E	o
genel	14	15	18	40	6	8
anadolu	8	7	32	47	4	4
sandıklı	22	21	16	10	7	22
hçpl	14	4	2	81	0	0
aihl	8	50	17	17	8	0
ihl	7	27	27	19	19	0

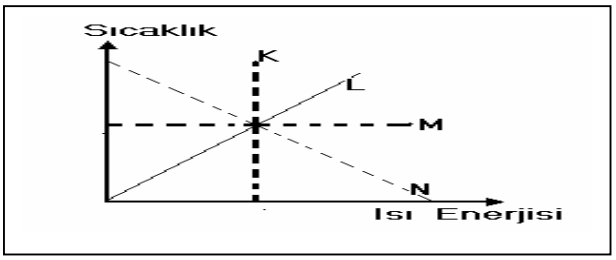


Şekil 4.37 Soru 23'e ait sonuçların grafikleri

23. soruda ise öğrenciler doğru şık olan 'd' şıkkını % 40 oranında işaretlemişlerdir. Cisimler aynı maddeden yapıldıkları için hacimleri ile kütleleri arasında doğru orantı vardır. Doğru cevabı veren öğrenciler, bu doğru orantıyı ve eşit miktardaki ısı birimlerini göz önüne almışlardır. Silindirlere eşit miktarda ısı enerjisi verildiğinden Q ısısı hepsinde eşit miktardadır. Sıcaklık artışları ve oradan da ağırlık merkezlerindeki yükselme miktarı bulunur. K cisminin hacmi V ise, L cismininki V, M cismininki de $\frac{V}{2}$ olmalıdır. Aynı maddeden yapıldıkları için hacimleri arasındaki oran, kütleleri arasındaki orana eşittir. $Q = m.c.\Delta T_K \Rightarrow \Delta T_K = T$ ise $Q = m.c.\Delta T_L \Rightarrow \Delta T_L = T$ $Q = \frac{m}{2}.c.\Delta T_M \Rightarrow \Delta T_M = 2T$ dir. Boyca uzama miktarları $\Delta l = l_o.\alpha.\Delta T$ bağıntısına göre, $\Delta l_K = l.\alpha.T = \Delta l$ olursa, $\Delta l_{_L} = 2l.\alpha.T = 2\Delta l$ $\Delta l_M = l.\alpha.2T = 2\Delta l$ olur. Buna göre, $\Delta\ell_K$, $\Delta\ell_L$ ve $\Delta\ell_M$ uzama miktarları arasında

$\Delta\ell_L = \Delta\ell_M > \Delta\ell_K$ ilişkisi vardır.

24.



Şekil 4.38 Soru 24'e ait sıcaklık-ısı enerjisi grafiği

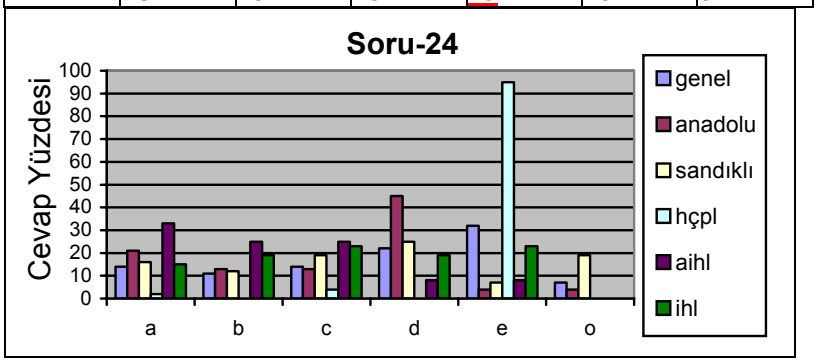
Şekildeki K,L,M ve N doğrularından hangileri bir maddenin sıcaklığının ısı enerjisine göre, değişimini gösteren bir grafik olamaz.

(14,4) A)Yalnız K (10,7) B) Yalnız M (14,4) C) K ve M

(21,9) D) K ve N (31,6) E) K, M ve N

Tablo 4. 25 Soru 24'e ait değerlendirme sonuçları

24	a	B	c	*d*	e	o
genel	14	11	14	*22*	32	7
anadolu	21	13	13	*45*	4	4
sandıklı	16	12	19	*25*	7	19
hçpl	2	0	4	*0*	95	0
aihl	33	25	25	*8*	8	0
ihl	15	19	23	*19*	23	0



Şekil 4.39 Soru 24'e ait sonuçların grafikleri

24. soruda öğrencilerin % 22'si doğru cevabı (d) bulmuşlardır. Fakat 'e' şıkkını % 32 oranında işaretlemişlerdir. Öğrencilerin çoğu, hal değişim şartlarını hesaba katmamışlar ve yanılgıya düşmüşlerdir. K doğrusu, grafikte ısı sabit iken bir maddenin sıcaklığının sürekli arttığını gösterir. Isı enerjisi almadan bir maddenin sıcaklığının artması mümkün değildir. L doğrusu ısı enerjisi ile sıcaklığın doğru

orantılı olarak arttığını gösteriyor. Q = m.c.ΔT bağıntısına göre bu olabilir. M doğrusu, ısı enerjisi artmasına rağmen sıcaklığın değişmediğini gösteriyor. Maddenin hal değişimi anında, ısı enerjisi verildiği halde sıcaklığı değişmez. Dolayısıyla bu grafikte olabilir. N doğrusu, ısı enerjisi verildiği halde sıcaklığın azaldığını gösteriyor. Evrende ısı enerjisi verildiği halde soğuyan madde yoktur. Doğru cevap L ve M olabilir.

25. Boyları ve Kütleleri birbirine eşit K ve L metal çubukları çevreden ve birbirinden ısıca yalıtılmıştır. Çubuklara eşit miktarda ısı enerjisi verildiğinde K çubuğu L'den daha çok uzuyor. **K çubuğunun uzama katsayısı L'ninkinden küçük olduğuna göre, K'nin L'den daha çok uzamasının nedeni nedir?**

(19,1) A) K'nın öz ısısının L'den daha büyük olmasıdır.

(10,7) B) Uzama katsayılarının bilinmemesi.

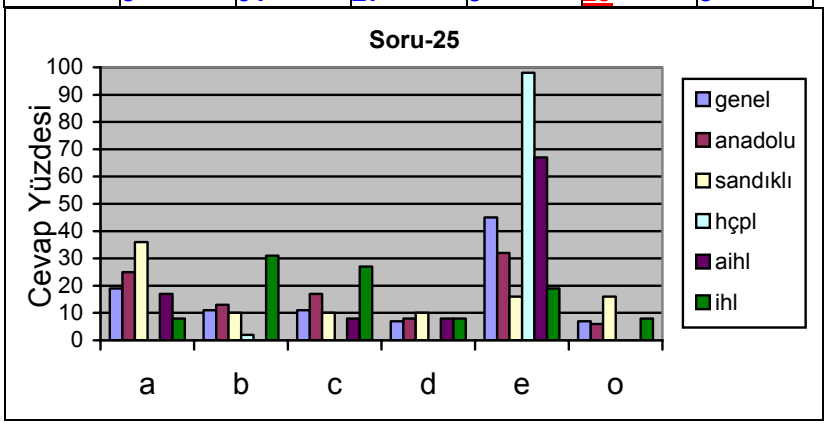
(11,2) C) ΔT sıcakık artışlarının aynı olması.

(6,5) D) İlk boylarının ve kütlelerinin aynı olması.

(45,1) E) K' nın öz ısısının L'den daha küçük olmasıdır.

Tablo 4. 26 Soru 25'e ait değerlendirme sonuçları

25	a	B	c	d	e	O
genel	19	11	11	7	45	7
anadolu	25	13	17	8	32	6
sandıklı	36	10	10	10	16	16
hçpl	0	2	0	0	98	0
aihl	17	0	8	8	67	0
ihl	8	31	27	8	19	8



Şekil 4.40 Soru 25'e ait sonuçların grafikleri

25. soruda ise öğrenciler doğru şık olan ‘e’ şıkkını % 45 oranında işaretlemişlerdir. % 19 oranında ‘a’ şıkkını işaretlemişlerdir. Bu şıkkı işaretleyenler uzama katsayısıyla, öz ısının ters orantılı olduğunu düşünmüşlerdir. İlk boyları ℓ_0 olan çubukların uzama miktarı $\Delta\ell = \ell_0.\alpha.\Delta T$ bağıntısından bulunur. Burada her iki çubuk için ℓ_0 aynı $\alpha_K<\alpha_L$ iken $\Delta\ell_K>\Delta\ell_L$ olması, eşit ısı enerjileri verildiği halde ΔT sıcaklık değişimlerinin eşit olmadığını K’nın sıcaklık artışının daha büyük olduğunu gösterir. $Q = m.c.\Delta T$ bağıntısına göre, her iki çubuk için ısı enerjisi ve kütle değerleri eşit olduğuna göre, K’ nın öz ısısı L’nin öz ısısından daha büyük olmalı ki $\Delta T_K>\Delta T_L$ olsun. Sonuçta K’nın genleşme katsayısı küçük olmasına rağmen uzamasının büyük olması, K’nın öz ısısının L’ nin öz ısısından küçük olmasıyla açıklanır.

4.2 Isı ve Sıcaklık Hakkında Öğrencilerin Düşünceleri

Isı ve sıcaklıkla ilgili sorulara verilen yanıtlar dikkate alındığında, öğrencilerin yanıtlarının anlamlı bilgiyle değil ezber bilgiyle verildiği düşünülmektedir. Zira birçok ders kitabında sıcaklık-ısı ilişkisi net olarak ortaya konulmamakta bu nedenle de öğrenciler bazı tanımları anlamadan ezberlemektedirler (örneğin; ısı enerjidir iş yapar, sıcaklık enerji değildir iş yapmaz gibi). Bir başka araştırmada ise, öğrencilerin dikkatli bir şekilde derslerden çok fazla bir şey öğrenmedikleri bunun yanında kendi görüşleri ve inandıkları şeyleri sınıfa getirdikleri belirtilmiştir. Kesin mantıksal bilgilerin olmayışı, kavramların formüle edilmesi ve çok fazla soyut kavramın bulunması konuların anlaşılmasını zorlaştırmaktadır. Çocukların kabiliyetlerinin nasıl geliştirilmesi gerektiği hakkındaki konuşmalar yapılır. Bunun yanında diğer fikir ve düşüncelerle bağlantı kurmak için öz kavramsal ve fiziksel bilgilerin unutulmaması gerekir.

Günlük hayattaki gerçekler, sınıfta anlatılanlardan daha karmaşıktır. Öğrencilerin kişisel bilgileri fen derslerinde belirtilen ideal durumlardan daha gerçekçidir. Öğrenciler aslında bilim adamları tarafından açıklanmış olaylardaki bilimsel idealliği anlamak isterler fakat bunun gerçekleşebilmesi için belirtilen bir durumdaki tahminlerin yerinde yapılıp yapılmadığını bilmek zorundadırlar. Bundan dolayı, bilimsel modelle bağlantısı olan gerçek olaylarla ilgili yapılan yorumlar oldukça önemlidir. Gerçek fikirlerin anlaşılmaya çalışılması sırasında öğrencilere süre verilmesi çok yararlıdır. Öğrenciler ısı ve sıcaklığı eş anlamlı olarak kullanılabilirler. Bazı öğrenciler bu kelimelerin aynı anlama geldiğini veya çok ısının yüksek sıcaklık manasına geldiğini düşünebilir. Öğrencilerin aşağıdaki gibi alternatif görüşleri olabilir:

1. Soğukluk hissi vücuda doğru olan soğukluğun transferidir. Sıcaklık hissi de vücuda doğru olan sıcaklığın transferidir.

2. Isı ve soğukluk birbirinin tersi gibi görünmektedir. Bazı öğrenciler ‘ısı’ kelimesini bir isim olarak kullanırlar. Isı cisimlerin içine ve dışına doğru akıyor şeklinde düşünürler. Bu belki dilin geleneksel yansımasıdır. Bir başka açıdan bu ısının madde olduğu anlayışının altını çizmektir. Transfer yöntemlerinde ısının enerji

olduğu anlayışının kabul edilmesi durumunda, ısı ile cismin sahip olduğu iç enerji farkını anlamaları daha da zor olabilir. Birçok öğrenci soğuk ve ısıyı birbirinin tersi gibi algılamaktadır.

3. Bazı maddeler doğal olarak bazılarından soğuktur. Isıl temas halindeki maddelerin aynı sıcaklığa sahip olduğu öğrenciler tarafından anlaşılamamaktadır. Onlar, o maddelerin doğal sıcaklığa sahip olduğunu ileri sürerler.

4. İletkenliğin hiçbir derecesi yoktur. Bazı öğrenciler, maddeyi ya ısıyı iletir (metal gibi) ya da iletmez (tahta gibi) gibi kesin çizgilerle ayırmışlardır.

5. Metaller diğer materyallere göre daha büyük ısı kapasitesine sahiptirler: Çünkü metaller soğuk hissedilir. Öğrenciler metallerin ısıyı kendiliğinden çektiğini düşündükleri için metallerin etkili bir şekilde ısıyı tuttuğuna inanmaktadır.

6. Cisimlerin parçacıkları mikroskobik özelliklere sahiptirler. Öğrenciler ısının bir maddeye transfer edilmesiyle parçacıkların bileşenlerinin genişlediğini veya eridiğini düşünebilirler.

7. Maddeler 'doğal' erime ve kaynama noktalarına sahiptirler: Maddelerin gözlemlenebilir özelliklerine bağlı olarak elde edilen doğal erime noktaları, bazı öğrenciler için yeterli bir açıklama olabilir. (Örneğin yumuşak olduğundan dolayı mum düşük sıcaklıkta erir.)

8. Hal değişimi belli bir seviyedeki sıcaklığın üstünde meydana gelir: Grafikler yoluyla erime noktası doğru bir şekilde belirlense bile, öğrenciler erimenin illa ki belli bir sıcaklık seviyesinin üstünde olacağını düşünüyorlar. Günlük hayattan elde edilen tecrübeler kafa karıştırıcı olabilir. Çünkü günlük hayatta gözlemledikleri maddelerin çoğunun erime ve kaynamaları genellikle belli bir sıcaklığın üzerindedir.

4.3 Isı ve Sıcaklık Öğretiminde Hangi Derecedeki Basitleştirme Yararlıdır?

Sadeleştirme işi aslında öğretmenin bireysel becerisinin bir parçasıdır. Bununla birlikte, öğretmenin çabasına rağmen öğrencilerin anlayamayacağı fizik konuları vardır. Böyle durumlarda fazla ayrıntıya girmeden fiziğin anlaşılabilir bölümleri kullanılabilir. Eğitim Psikoloğu Jerome Bruner öğrencinin herhangi bir konuyu anlayarak öğrenmesinin mümkün olacağını belirtmiş ve bunun böyle yapılmasını talep etmiştir. Eğer öğrenciler için yeterince basit bir yaklaşım bulunabilirse meselenin yarısı çözülmüş olur, çünkü basit yaklaşımlar öğrenciye her zaman çekici

gelmiştir. Bu önemli bir konudur çünkü buradan başlayarak konunun en azından bir kısmı öğretilebilir ve herhangi bir şekilde doğal olarak kendiliğinden öğrenilecek konuları öğrenmektense konunun tamamen öğretilmemesi bazen çok daha iyidir. Araştırmalar göstermiştir ki işe yaramayacak, geçerli olmayan ve sonradan unutulan bilgilerin öğretilmesi, bilimsel bilgilerin öğrenilmesi esnasında çok yavaş bir yöntemdir. Gerçekten de bu gibi bilgileri insan ömründe hiç kullanmasa da, hafızasından tamamen silinmeyebilir (Taber, 1995a, 2000a). Öğrenciler fen konularıyla ilgili sahip oldukları ilk bilgileri genellikle çevrelerindeki tecrübelerinden ve gördüklerinden elde etmişlerdir. Fizik öğretiminin yapmış olduğu ispatlar, önceki tecrübelerinden öğrendiklerine başka anlamlar yükleyen alternatif fikirlerdir (Taber, 1998).

Sadeleştirme yapılırken öğretmenler, öğrenilen bilgilere başka anlamlar yükleyen karmaşık fikirlere önem vermeden fiziğin esas içeriğini ayırt etmek zorundadırlar. Örneğin, hacim değişikliğiyle ilgili karmaşık konulara girilmeden, ısı ve sıcaklık hakkındaki öğretimin verilmesinin daha uygun olduğu düşünülür. Isı ve sıcaklık kavramlarının değişmeyeceği öğretilir. Bununla birlikte sıcaklığı, ısı enerjisinin konsantrasyonunun ölçümü ve ısıyı da; transfer edilmiş bir enerji olarak tanımlayan Carlton'un yaklaşımı fazla kabul görmemektedir. Öğrenciler, enerjinin durumunu anlamak için kendi kafalarında kurmuş oldukları alternatif fikirlere meyillidirler (Watts, 1983; Brook, 1986). Fakat bu yaklaşım da tam olarak yardımcı olamamaktadır çünkü öğretmenler ve kitaplar ele alınan enerji için çok derin ve farklı terimler kullanmaktadırlar. Sıcaklık farkından kaynaklanan transfer edilmiş enerji yöntemi olarak ısının tanımlanması, gerçekte çok uzun bir tanımdır ve öğretmen bu tanımı ezber yoluyla öğretmemelidir. Aslında bu tanım uzun olmasına rağmen ısı için uygun bir tanımdır. Konuyla ilgili diğer kavramlar sınıflandırmalardan ayrı olarak verilir, bu yolla insanlar bu farklılıkları öğrenme ve değerlendirme şansına sahip olabilirler. Sıcaklık, bir şeyin ne kadar sıcak olduğunu ifade etmek için kullanılabilir ya da mevcut moleküllerin ortalama kinetik enerjileri olarak ifade edilebilir (Şekil-2.1'de Homerton'un şemasında gösterildiği gibi). Sıcaklığı ısı miktarıyla ilişkilendirmek olayları basitleştirmek açısından cazibeli olsa da netice itibariyle bu metot, fizikte yanlış bir yaklaşımdır.

4.4 Isı ve Sıcaklık Öğretiminde Öğretmenlerin Yapması Gerekenler.

Isı ile ilgili incelemelerde bir grup öğrencinin düşünceleri ve yorumlanan hareketleri değişik bir bakış açısıyla, öğretmen tarafından açıklanır. Belki bu açıdan bakıldığında yapılan en yararlı şey, özel öğretime gerek duyan öğrencilerin maruz kaldığı öğrenme zorluklarını öğretmenin tespit etmesidir. Öğretmenlerin, öğretme metotları, anlamaya dayalıdır. Örneğin, öğrencilerin karşılaştığı en zor problemlerden bir tanesi, ısı ve sıcaklık kavramları arasındaki farkın ayırt edilememesidir. Eğer bir öğrenci ısıyı, bir cismin içinde depolanan bir çeşit madde gibi düşünüyorsa, kolaylıkla bu alanda neden bu kadar büyük bir düzensizliğin olduğu anlaşılabilir. Bu görüşe göre, sıcaklık sadece bir cismin sahip olduğu ısı miktarının bir ölçümüdür. Bir başka ifadeyle, bir cismin sahip olduğu ısı miktarı ile ısının şiddeti arasındaki fark ayırt edilmemiştir. Eğer öğrencilere mevcut düşüncelerini kullanarak, bir bütün haline getirilmiş örnekleri kullanıp, ısı ve sıcaklık arasındaki farkları belirtmeleri istenirse deney ve araştırmalara devam ederek zorlukları çözümlemesi için zemin hazırlanmış ise, bu durumda öğretmen çok iyi bir yol izlemiştir denilebilir.

Özel öğretime gerek duyan öğrencilerin anlamasını kolaylaştırmak için, planlanmış özel öğretim planlarının geliştirilmesi çok akıllıca bir yaklaşım olacaktır. Isı hakkında kendiliğinden öğrendikleri düşüncelerini geliştirip, ısı ve sıcaklıkla alakalı bilinen olayların incelenmesi için öğrenciler teşvik edilmelidir. Öğrencilere kendi düşüncelerini açıklamak için izin verilmelidir. Rastlantılar veya deneysel metotlar onların daha sonra olabilecek olayları açıklamalarına yardımcı olacaktır. Öğrencilerin diğer öğretim yöntemleriyle uğraşmaları beklenmedik sonuçlara sebep olabilir. Öğrencilerin zihinlerindeki şüpheli bir düşünceyi ortaya çıkarmak için düzenlenmiş bir yöntemle öğrencilerin sezgileri ve inançlarında oluşanın şüpheli durum çözümlenecektir. Eğer bir öğrenci olayı geniş olarak düşünebiliyorsa daha güçlü bir şekilde ilerleyerek ısı kavramını anlar. Beklenmeyen sonuçlar birbirleriyle uyumlu hale getirilerek, öğrencilere yardımcı olunabilir. Yukarıda da yapılan bu yöntemler pek çok değişik alanda öğretmenler tarafından başarıyla uygulanabilir.

4.5 Isı ve Sıcaklıkla İlgili Önemli Kavram Yanılgıları

Isı ve sıcaklık ile ilgili kavram yanılgıları şunlardır: Isı bir maddedir. Isı bir enerji değildir. Sıcaklık bir cismin veya materyalin parçacıklarının özelliğidir. Doğal olarak metal plastikten daha soğuktur. Bir cismin sıcaklığı boyutlarına bağlıdır. Soğuk cismin ısısı yoktur. Düşük sıcaklık için bir limit yoktur. Kaynama esnasında sıcaklık sabit kalırsa bir şeyler yanlış demektir. Kaynama bir cismin ulaşabileceği en yüksek sıcaklıktır. Mutlak sıfırda bir cismin tüm parçalarının hareketi durur. Mutlak sıfırdaki bir cisim kütleye sahip değildir. Yün kazaklar sizi daha sıcak tutar. Soğuk akabilir. Buz sıcaklığını değiştiremez. Isı ve sıcaklık aynı şeydir. Isı ve soğukluk sıvılar gibi akar. Basınç kuvvetle aynıdır. Deri iyi bir termometredir. Farklı sıcaklıklarda birbirleriyle veya havayla temas halindeki cisimler aynı sıcaklığa doğru hareket etmelerine gerek yoktur. Isı sadece yukarıya doğru hareket eder. Isı ve soğuk birbirinin tam zıddı olmaktan çok farklı kavramlardır. Isı yayılır. Isı transferini kinetik teori gerçekten açıklayamaz. Ani olarak sıcaklığı artan cisimler (ısı iletkenleri) ani olarak soğumazlar. Kaynayan suyun içindeki kabarcıklarda su buharından daha çok "hava", "oksijen" veya "hiçbir şey", bulunmaktadır. Nesneler ısıtıldıkları zaman tanecikleri genişler ve soğutuldukları zaman büzüşürler. Isı enerjiden farklı olarak herhangi bir cisim veya bir şeydir. Sıcaklık materyallere bağlıdır. Metal kumaştan daha soğuk, paltolar daha sıcaktır. Sıcaklık boyutlara bağlıdır. Isı, iletkenlerin içinde bir sıvı gibi hareket eder. Eğer 40 ^{o}C'lik iki farklı suyu karıştırırsak, sonuçta karışımın sıcaklığı 80 ^{o}C veya 40 ^{o}C'nin üzerindedir. Su-buz karışımında; suyun ve buzun sıcaklıkları 0 ^{o}C'den farklıdır. Uzun bir süre aynı oda içerisinde kalan cisimler daha az süre kalan cisimlerden daha sıcaktır. Metaller diğer cisimlerden daha sıcak veya soğuktur. Battaniyeler ve paltolar insanları daha sıcak tutarlar. Cisimler sarmalandığında izolasyon gibi davranırlar. Sıcak su, soğuk sudan daha hızlı donar çünkü sıcak su buharlaştığından dolayı daha az miktarda molekülün donması gerekiyor. Soğuk su donduğu zaman buz kristalleri yardımcı gibi değil bariyer gibi davranır. Sıcak su molekülleri donacakları zaman birbirlerinden ayrılırlar. Moleküller birbirlerine yakın oldukları zaman donma şansları çok zordur. Isıtıldıkları zaman aralarındaki mesafe artıyor ve donma şansları artıyor. Bazı maddeler diğerlerinden daha çok ısı çekebilirler ve maddelerin ısı emmeye dirençleri vardır. Isınma katsayısı büyük olan geç ısınır geç soğur. Isınma katsayısı küçük olan

maddeler çabuk ısınır çabuk soğur. Çabuk ısınma ya da çabuk soğuma öz-ısı ile ilgili olabilir. Maddelerin ısınıp soğuması süreye bağlı değildir. Isı bir enerji çeşididir. Uzun sürede ısınan maddelerin enerjileri daha fazladır. Bu yüzden geç soğurlar. Her iki maddenin öz-ısıları farklı olduğu için hem ısıları hem de sıcaklıkları farklıdır. Sıcak sistemden soğuk sisteme ısı değil, sıcaklık akar. Hem ısı akımı hem de sıcaklık akımı söz konusudur. Sıcaklık değişimlerinin olmadığı durumlar olabilir. Çünkü $Q = m \cdot c \cdot \Delta t$ 'den öz-ısı daima sabittir. Isı kütle oranı sabit kalır. Buda sıcaklığın sabit kalmasını sağlar. Isı madde miktarına bağlı değildir. Sıcaklık madde miktarına bağlıdır. $Q = m \cdot c \cdot \Delta t$ formülüne göre ısı ile kütle arasında doğru, sıcaklık ile kütle arasında ise ters orantı vardır. Bir nesnenin sıcaklığı arttığında hacmi de artar. Büyüyen cismin depolayacağı ısı da büyük olur. Sıcaklık iş yapar, sıcaklık ısıdan aldığı enerji ile iş yapar.

Tablo 4. 27 Soruların şıklarını cevaplayan öğrencilerin sayısı ve yüzde oranları

SORU NO	SEÇENEK	DOĞRU S	YÜZDESİ	SAYI
1	1			d
1	A		3,72	8
1	B		3,26	7
1	C		2,79	6
1	D	d	52,09	112
1	E		38,14	82
1	O		0	0
2	2			c
2	A		6,51	14
2	B		2,79	6
2	C	c	60,47	130
	D		15,81	34
2	E		14,42	31
2	O		0	0
3	3			b
3	A		19,53	42
3	B	b	60,93	131
3	C		7,90	17
3	D		3,26	7
3	E		6,05	13
3	O		2,33	5
4	4			c
4	A		15,35	33
4	B		19,53	42
4	C	c	38,14	82
4	D		9,30	20
4	E		11,16	24
4	O		6,51	14
5	5			d
5	A		18,60	40
5	B		11,63	25
5	C		15,81	34
5	D	d	25,11	54
5	E		25,58	55
5	O		3,26	7
6	6			e
6	A		23,26	50
6	B		10,70	23
6	C		17,21	37
6	D		21,86	47
6	E	e	24,19	52
6	O		2,79	6
7	7			d
7	A		13,49	29
7	B		9,77	21
7	C		11,63	25
7	D	d	52,56	113
7	E		11,16	24
7	O		1,40	3

SORU NO	SEÇENEK	DOĞRU S	YÜZDESİ	SAYI
8	8			c
8	A		3,26	7
8	B		20,47	44
8	C	c	47,91	103
8	d		4,19	9
8	e		20,47	44
8	o		3,72	8
9	9			c
9	a		2,79	6
9	b		14,89	32
9	c	c	69,77	150
9	d		6,047	13
9	e		5,58	12
9	o		0,93	2
10	10			a
10	a	a	31,63	68
10	b		26,98	58
10	c		5,12	11
10	d		13,02	28
10	e		12,09	26
10	o		11,16	24
11	11			d
11	a		8,37	18
11	b		32,09	69
11	c		8,84	19
11	d	d	39,07	84
11	e		10,23	22
11	o		1,40	3
12	12			a
12	a	a	47,44	102
12	b		27,44	59
12	c		2,33	5
12	d		13,49	29
12	e		6,51	14
12	o		2,79	6
13	13			c
13	a		46,05	99
13	B		7,91	17
13	C	c	11,16	24
13	D		26,98	58
13	E		6,98	15
13	O		0,93	2
14	14			d
14	A		8,84	19
14	B		9,30	20
14	C		7,91	17
14	D	d	24,19	52
14	E		49,77	107
14	O		0	0

SORU NO	SEÇENEK	DOĞRU S	YÜZDESİ	SAYI
15	15			b
15	A		13,95	30
15	B	b	37,21	80
15	C		8,37	18
15	D		25,12	54
15	E		11,63	25
15	O		3,72	8
16	16			e
16	A		9,77	21
16	B		9,30	20
16	C		22,33	48
16	D		34,88	75
16	E	e	21,86	47
16	O		1,86	4
17	17			c
17	A		21,86	47
17	B		13,95	30
17	C	c	32,56	70
17	D		16,74	36
17	E		10,23	22
17	O		4,65	10
18	18			e
18	A		3,72	8
18	B		7,91	17
18	C		14,88	32
18	D		20	43
18	E	e	51,16	110
18	O		2,33	5
19	19			b
19	A		10,23	22
19	B	b	22,80	49
19	C		29,30	63
19	D		26,05	56
19	E		7,91	17
19	O		3,72	8
20	20			d
20	A		12,56	27
20	B		9,30	20
20	C		18,14	39
20	D	d	20	43
20	E		33,02	71
20	O		6,98	15
21	21			E
21	A		48,37	104
21	B		10,23	22
21	C		20	43
21	D		8,37	18
21	E	e	7,9	17
21	O		5,12	11

SORU NO	SEÇENEK	DOĞRU S	YÜZDESİ	SAYI
22	22			A
22	A	a	15,35	33
22	B		8,37	18
22	C		25,12	54
22	D		28,84	62
22	E		18,14	39
22	O		4,19	9
23	23			D
23	A		13,95	30
23	B		14,88	32
23	C		17,67	38
23	D	d	39,53	85
23	E		6,05	13
23	O		7,90	17
24	24			D
24	A		14,42	31
24	B		10,70	23
24	C		14,42	31
24	D	d	21,86	47
24	E		31,63	68
24	O		6,98	15
25	25			E
25	A		19,07	41
25	B		10,70	23
25	C		11,16	24
25	D		6,51	14
25	E	e	45,12	97
25	O		7,44	16

NOT: Yeşil Yazılan Şıklar DOĞRU CEVABI, Kırmızı yazılan Şıklar oranı % 20'den fazla olan YANLIŞ CEVAPLARI göstermektedir.

5. SONUÇLAR

Fen eğitiminde öncelikli hedefin "anlama" olduğu genel bir kabuldür. Ancak, orta öğretimdeki geleneksel sınıf içi anlatımla nitel anlamayı öğretmek oldukça zordur. Hele kısa bir dönemde mümkün olmadığı açıktır. Öğrenciler fizik müfredat ve programlarını akılcı ve gerçekçi bulmamaktadırlar. Bazı lise öğretmenleri, konuları mümkün olduğunca basitleştirip, öğrencilere bol not verirler, buna rağmen öğrencilerdeki fizik dersine karşı oluşan ön yargı ve hoşnutsuzluğu gideremezler. Bunun pek çok sebepleri vardır. Öğrenciler fizik derslerini; formül fazlalığı olan, çok fazla matematiksel işlem ve kavramı bulunan, gereksiz bir ders olarak görmektedirler. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu matematiği anlamadıkları ve sevmediklerinden fizik derslerini de sevmemektedir. Çünkü matematik ile fizik arasında çok yakından bir ilişki vardır. Matematik alt yapısının zayıf olması öğrencileri sayısal derslere karşı peşin bir başarısız duruma düşürmekte ve öğrencileri bu derslerden soğutmaktadır. Fizik dersleri hakkında konuşurlarken hocanın sürekli "şu kanun, bu kanun, şu olay, bu olay" dan başka bir şey söylememesi, öğrencilerin "dersten sıkılıyorum, her şey matematikle gösteriliyor, hiç resim, şekil yok" şeklinde yakınmalarına neden olmaktadır. Bunlardan hiçbiri nitel düşünmeye veya problemi kavramsallaştırmaya katkıda bulunamaz. Nitel düşünme ve problemi kavramsallaştırma önemlidir. Öğrenciler, matematik ve fen derslerinde nicel düşünmenin yanında, nitel olarak da düşünülebilmelidirler. İlköğretim fen dersleri, fizik derslerinin alt yapısını oluşturmaktadır. Kırsal kesimlerde fen derslerinin boş geçmesi ya da branş dışı öğretmenlerin derse girmesi sonucu öğrencileri fen bilimlerine olan ilgi ve alakaları azalmaktadır. Bu devrede öğrencinin ilgisini çekecek, onları derslerin yanında diğer fen bilimlerini de öğrenmeye teşvik edecek çalışmalar yapılmasının orta öğretimdeki fizik derslerine de faydası olacaktır. Öğrenciler daha önce karşılaştıkları, çevrelerinden duydukları ve bilgi aldıkları insanların yanlış yönlendirmeleri sonucunda fizik derslerine karşı şartlı ve ön yargılı davranmaktadırlar. Fizik dersini sevdirebilmek için fizik dersleri ile günlük hayat arasında bağlantılar kurulmalı, teknoloji alanındaki gelişmelerde fiziğin inkâr edilemez ve vazgeçilemez yanları anlatılmalıdır. Bunun dışında dersi sevdirebilmek ve derste verimi artırabilmek için; bilgisayar, televizyon, video, tepegöz ve slayt

makinesi gibi teknolojik aletlerle dersler anlatılmalı öğrenciyi görsel açıdan tatmin edecek teknolojik araçlardan yararlanılmalıdır. Aynı zamanda fizik dersleri öğrenci merkezli olarak laboratuarlarda yapılmalıdır. Küçük yerleşim bölgelerindeki ilköğretim okullarında laboratuarların olmaması nedeniyle o bölgede seçilen bir okula tam donanımlı laboratuar kurulmalı, bütün öğrencilerin ve o yöredeki bütün okulların kullanımına açılmalıdır.

Tabiî ki fizik eğitiminde sayısal işlemler vazgeçilmez unsurlar arasındadır. Fen öğretiminden sayısal işlemleri ve problemleri soyutlarsak, fen bilimlerinin içini boşaltmış oluruz. Eğitimciler, özellikle matematik ve fen alanında problem çözme becerilerinin gelişmesine büyük önem vermektedirler. Problem çözme metodunun kullanılması konusunda genel olarak hemfikirdirler. Fakat bunun yanında hangi problemin hangi metotla çözüleceği konusunda farklı görüşler vardır. Öğrencilerin problemleri çözerken hafızalarındakini ortaya çıkarmaya çalışmak yerine, ne yaptıklarını anlayabilme becerilerini kazanmaları gerekir. Herhangi bir durumda, bir problemin sayısal çözümü, cevabın ne anlama geldiğine yönelik kavramsal ve ilişkilendirici birtakım bilgiler olmadığı sürece yarar sağlamaz. Liselerde genelde yazılı kâğıtlarını okurken çoğu öğrenci buldukları sayısal sonuçlardan sonra bulduğu işlemin birimini yazmaz. Bazı öğretmenler yazılı yoklama kâğıtlarında böyle durumları puan kırarak değerlendirir. Bunların amacı öğrencilerde birimlerin yazılması alışkanlığını kazandırarak, doğru yorumlanmasını sağlamaktır. Örneğin, öğrencilerin fizikte bir öz kütle problemi çözüp de cevabının 32 g/cm^3 olduğunu bulmakla tatmin olmamaları gerekir. "32 g/cm^3 nedir?" sorusunu derhal cevaplayabilmeleri gerekir. Benzer şekilde $5,6x10^8$ joule şeklindeki sayısal cevaplar hakkında bir şeyler söylemeleri beklenmelidir. Bu alışkanlığın kazandırılabilmesi için fiziğin gündelik hayata olan uzantılarının çeşitli örnekleri yerinde ve yeterince kullanarak gösterilmesi gerekir.

Öğrenciler, zihinlerinde taşıdıkları kavram yanılgılarından genellikle habersizdirler. Çoğunluğu itibarıyla öğrenciler yanlış kavramları, doğrusunu bilmedikleri için kullanıyorlar. Öğrencilerin bilimsel kavramları anlaması, onların geliştirdikleri kavram yanılgılarının sebepleri ve giderilmesi, araştırmacıların önem verdiği konular arasındadır. Kavram yanılgılarının sebeplerini saptamak ve yanılgıları gidermeye

çalışmak, kavram yanılgılarını belirlemekten daha zaman alıcı ve zor bir süreçtir. Özellikle, öğrencilerin yanılgıların üstesinden gelmelerini sağlamak oldukça güçtür. Çünkü, kavram yanılgıları öğrencilerin edindiği bilgi ve deneyimlerini özümsemelerinin bir sonucu olarak öğrenciler tarafından bizzat geliştirildiklerinden, öğrenciler kendilerine yakın ve anlamlı gelen yanlış kavramlarından vazgeçmekte gönülsüz davranırlar. Herhangi bir konuda hiçbir kavrama ve bilgiye sahip olmamak, o konuda kavram yanılgısına sahip olmaktan çok daha iyidir. Bu nedenle, kavram yanılgılarının üstesinden gelmek için, öğrencilerin var olan sınırlı, yanlış bilgilerine zıt ve daha iyi açıklamalar içeren yeni bilgiler sunulmalıdır. Bu açıklama şuna işaret etmektedir: Bilimin gelişmesinde eski teorilerin bırakılması için yeni ve daha iyi teoriler sunulmalıdır. Bu durumda öğrenciler çevreleri ve kendileri ile mantıklı tartışmalara girerler ve hangi teorinin muhafaza edileceğine karar verirler (Rowell, vd., 1990).

Milli Eğitim Bakanlığının uygulamaya çalıştığı yeni müfredat ve yeni fen öğretim stratejileriyle fen öğretimi, öğrencileri sınıflarda uygulanan tek yönlü bilgi aktarım süreçlerinden (durağan yapılarından), öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini (problem çözme, gözlem yapma, sonuç çıkarma v.b.) harekete geçiren bir yapıya doğru şekil değiştirmiştir. Öğretmen merkezli öğretim yönteminden öğrenci merkezli öğretime doğru bir yönelme söz konusudur. Öğrenciyi öğrenme sürecinde ve sınıfta daha aktif hale getirmektedir. Bu durum fen biliminin öğretilmesinde çok yararlı olacaktır. Fen öğretim metotlarındaki bu olumlu değişikliklerle birlikte öğrenciler gözlem ve deneyimlerine çok daha fazla anlam kazandırma, doğal olguları tartışabilme, karşılaştırabilme ve açıklayabilme imkanı sağlamıştır (Gülçiçek, Ç., 2002). Fen öğreticileri öğrencilerini, temiz bir zihinsel yazı tahtası olarak düşünme tuzağından kurtulmalıdır. Çünkü bu tahtalar boş değildir. Aksine bazı ön bilgiler, ön yargılar ve sezgiler içerir. Anlamlı öğrenme, öğrencilerin önceki bilgileri ile yeni öğrendikleri bilgileri arasında tutarlı ve mantıklı bir bağ oluşturulması sayesinde gerçekleşir. Fakat öğrencilerin önceki bilgilerinde kavram yanılgıları varsa, bu bağ kurulamayacaktır. Bunun yanında öğrencilerin belli bir alandaki röportaj verilerinden yararlanılarak, öğrencilerin örnek düşüncelerinden bir kimlik tespiti yapılabilir. Bu tip bir incelemenin yapılması, öğretmenlerin ve müfredat geliştiricilerin şu tip sorularına cevap vermelerine olanak sağlar: Öğrencinin ana düşünce sistemine uygun

öğretici metotları nasıl geliştirilebilir? Kesinleşmiş kavramlar özel bir derece veya yaş seviyesi ile ilişkilendirilerek gösterilebilir mi? Kavram yanılgılarının belirli çeşitlerinde öğrencilere yardımcı olabilecek bazı ortak stratejiler nelerdir? Bu sorulara verilebilecek cevaplar, eğitimsel incelemelere, sınıf uygulamalarına önemli bir katkı yapabilir.

Öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusunda son derece ciddi sıkıntıları vardır. Öğrenciler, çoğunlukla ısı ve sıcaklık kavramlarını birbirine karıştırmakla birlikte, sıcaklığı da ısı gibi bir tür enerji olarak düşünmektedirler. Bu yanılgıların sonucu olarak ta ısı ve sıcaklık birimleri ve ısı iletkenliği konularındayani ısı ve sıcaklığın kavranabilmesi için her birinin bilinmesi gereken alt konularda da kavram yanılgılarının olması kaçınılmaz bir durumdur. Bunların yanı sıra sıcaklık değişimi ile birlikte madde içi atomların dizilişinde büyük çapta bir değişim olacağı düşüncesi de oldukça yaygındır. Öyle ki örneklem grubunun bir kısmının maddenin sıcaklığının azaltıldıkça o maddenin kristal bir yapıya dönüşeceğini düşündükleri ortaya çıkmıştır. Ayrıca kaynama, yoğunlaşma, erime ve donma kavramlarının da oldukça büyük bir sıklıkla birbirlerine karıştırılmasının yanı sıra buharlaşma ve kaynama olaylarının da aynı olaylar olarak nitelendirildiği görülmüştür.

Bu çalışmanın bir benzeri üniversite birinci sınıf öğrencilerine de uygulanabilir. Çünkü ısı ve sıcaklık konusunu almış olan lise ve üniversite öğrencilerinin çeşitli kavram yanılgılarına sahip olduğu belirlenmiştir (Aydoğan, vd., 2003). Aynı zamanda, lise ve üniversite öğrencilerinin paylaştıkları kavram yanılgılarının ise benzer olduğu saptanmıştır. Yani, kavram yanılgıları giderilmediği durumlarda, yanılgılar öğrencilerin ileriki akademik yaşantılarına taşınmakta ve devam etmektedir.

6. KAYNAKLAR

Aiello, N. C., Wolfe, L. M., 1980. A meta-analysis of individualized instruction in science. Boston: American Educational Research Association.

Akay, C., 1990. Türkiye'nin eğitim politikası, İstanbul Ticaret Odası, İstanbul.

Albert, E., 1978. Development of the concept of heat in chil. Sci. Educ. 62, 389-99.

Anderson, C. W., and Smith, E. L., 1987. " Teaching Science."in V. Richardson – Koehler (Ed.), Educator's Handbook: A Research Perspective, P. 84 – 111. New York, Longman.

Anderson, C. W., Holland, J. D., and Palinscar, A. S., 1997. Canonical and Sociocultural approaches to research and reform in science education: The story of Juan and his group The Elementary School J. 97 360-83.

Anton, E. Lawson, and Floyd, H., 1977. "Conservation Reasoning Ability and Performance on BSCS Blue Version Examinations", Journal of Reseacrh in Science Teaching, Nordland Vol.14, No.1, , s.69-75.

Anton, E. L., 1982. Formal Reasoning Achievement and Intelligence: An Issue of Importance, Science Education 66(1), s.77-83.

Arnold, M., and Millar, R., 1996. Exploring the use of analogy in the teaching of heat, temperature and thermal equilibrium, In Welford, G., Osborne, J., Scott, P.,: Research in Science Education in Europe, London: The Falmer Press, 22-35.

Ayvacı, H. Ş., Özsevgeç, T. and Aydın, M., 2004, Data Logger Cihazının Ohm Kanunu Üzerindeki Pilot Uygulaması, TOJET, Yıl:3, Sayı:3, Makale:13.

Bağcı, N., 1999. Fizik konularının öğretiminde farklı öğretim metotlarının öğrenci başarısına etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Baumert, J., et al 1997. TIMSS-Mathematisch – naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich [TIMSS-An International Comparasion of Mathematics and Science Instruction] (Opladen: Leske & Budrich).

Bekar, S., 1996. Laboratuar destekli fen bilgisi öğretiminin öğrenci başarısına etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Brook, A., 1986. Children's understanding of ideas about energy: a review of literature Energy Matters-Proc. of an invited conference: Teaching about energy within the secondary science curriculum ed R Driver and R Millar (Leeds: Center for studies in Science and Mathematics Education) pp 33-45.

Büyükkasap, E., Düzgün, B., Ertuğrul, M., Samancı O., 1998. "Bilgisayar destekli fen öğretiminin kavram yanılgıları üzerine etkisi". Kastamonu Eğitim Dergisi. Sayı 6, s.59-66

Carlton, K., 2000. Teaching about heat and temperature, Phys. Educ. 35, 101-5.

Chang, C. Y., 2002. Does -computer-assisted instruction + problem solving = improved science outcomes? A pioneer study. Journal of Educational Research, 95(3), 143-150.

Clough, E. E., and Driver, R., 1985. Secondary students' conceptions of the conduction of heat: bringing together scientific and personal views Phys. Educ. 20, 175-82.

Clough, E. E., and Driver, R., 1985. Secondary students conceptions of the conduction of heat: Bringing together scientific and personal views, Physics Education, 20(4), 176-182.

Colleltta, A. T., and Chiapetta, E. L., 1989. Science instruction in the middle and secondary schools second education, Toronto: merill publishing company.

Collins, H., and Pinch T., 1993. The Golem: What Everyone Should Know About Science (Cambridge: Cambridge University Press).

Çepni, S., ve Azar, A., 1999 “Lise Fizik Sınavlarında Sorulan Soruların Analizi”, III Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu Kitapçığı, s.109-114.

Çepni, S., Özsevgeç, T., Bacanak, A., ve Gökdere, M., 2001. “LGS Sorularının ve Fen Bilgisi Öğretmenlerinin Sordukları Soruların Formal Operasyon Dönem Özellikleriyle İlişkilendirilmesi”,Yeni Bin Yılın Başında Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyum Kitapçığı, Maltepe Üniversitesi, s.28-33.

diSessa, A., 1985. ‘‘Learning about knowing,’’ in Children and Computers, New Directions for Child Development (28), edited by E. L. Klein (Jossey-Bass, San Francisco).

Driver, R. and Easley, J., 1978. “ Pupils and Paradigms; A Review of the Literature Related to Concept Development in Adolecent science students.” Studies in Science Education, 5, P. 61-84.

Driver, R., and Erickson, G., 1983. Theories-in-action: Some theoretical and empirical issuesin the study of students’ conceptual frameworks in science, Stud. Sci. Educ. 10, 37-60.

Driver, R., 1983. The Pupil as Scientist? (Milton Keynes: Open University Press).

Edgar, W. J., 2000. “What can Physics Teachers learn from research in Physics Education.”, Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds, Leeds LS2 9JT, UK. Phys. Educ. 35, 245-250.

Erickson, G. L., 1979. Children’s conceptions of heat and temperature. Science Education, 63(2), 221-230.

Erickson, G. L., 1985. Heat and temperature: Part A. In Driver , R., Guesne, E., and Tiberghien, A., (Eds) Children’s Ideas in Science, Milton Keynes, Open University Press, pp. 55 – 66.

Erickson, G., and Tiberghien, A., 1985. Heat and temperature, In R. Driver, E. Guesne & A. Tiberghien (Eds.), Children's ideas in science (pp. 52-83). Philadelphia, PA: Open University Press.

Eryılmaz, A., ve Tatlı, A., 1999. ODTÜ Öğrencilerinin Mekanik Konusundaki KavramYanılgıları, III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, M. E. B. ÖYGM.

Fansham, P. J., 1986. Science for all educational leadership, 44.

Fox, D., 1983. Personal theories of teaching. Stud. Higher Educ. 8, 151-63.

Geban, Ö., Aşkar P., & Özkan, İ., 1992. Effects of computer simulations and problem solving approaches on high school students. Journal of Educational Research, 86(1), 5-10.

Geban, Ö., ve Demircioğlu, H., 1996. Fen bilgisi öğretiminde bilgisayar destekli öğretim ve geleneksel problem çözme etkinliklerinin ders başarısı bakımından karşılaştırılması. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 12, 183-185.

George, J., Pallrand and Victor Moretti, 1980. "Relationship of Cognitive Level to Instructional Patterns of High Scholl Seniors",Journal of Reseach in Science Teaching, Vol.17, No.3, , s.185-190.

Gilbert, J. K., Obserne, R. J., and Fensham, P. J., 1982. Children's science and its consequences for teaching, Sci. Educ. 66, 623-33.

Gilbert, J. K., and Watts, D. M., 1983. Concepts, misconceptions and alternative conceptions: changing perspectives in science educ. Stud. Sci. Educ. 10, 61-98.

Gilligan, C., 1982. In a Different Voice, Psychological Theory and Women's Development (Cambridge, MA: Harward University Press).

Griffiths, A. K., Thomey, K., Cooke, B., and Normore, G., 1988. "Remediation of Student–Specific Misconception Relating to Three Science Concepts." Journal of Research in Science Teaching, 25 (9), P. 709-719.

Gronlund, N.E. ve Linn, R.L. (1990). Measurement and Evaluation in Teaching, 6th ed., New York: Mac Millian Publishing.

Guralnik, D.B. (1986). Webster's new world dictionary. 2nd ed., New York: Prentice Hall Press.

Hacker, R. G., & Sova, B., 1998. Initial teacher education: a study of the efficacy of computer mediated courseware delivery in a partnership concept, British Journal of Education Technology, 29 (4), 333-341.

Hammer, D., 2000. ''Two Approaches to Learning Physics'', 4533 Tolman Hall, University of California, Berkeley, CA 94720, California, USA.

Harwood, W. S. and McMahon, M. M., 1997. Effects of integrated video media on student achievement and attitudes in high school chemistry, Journal of Research in Science Teaching, 34(6), 617-631.

Helga, S., Reinders, D., and Gertraud, B., 2000. Do Boys And Girls Understand Physics Differently? Phys. Educ. 35(6), 417-422

Helm, H. and Novak, J. D., 1983. "Proceeding of the International Seminar on Misconception in Science and Mathematics" İthaca, New York: Cornell University.

Hoffmann, L., Häuβler, P., and Peters-Haft, S., 1997. An den İnteressen von Jungen und Madchen orientierter Physikunterricht [Physics Instruction Oriented Towards Boys' and Girls' Interests] (Kiel : IPN-Institute for Science Education at the University of Kiel).

Hoffmann, L., Haussler, P., and Lehrke, M., 1998. Die IPN-Interessenstudie Physik [The IPN Study of Interests in Physics], (Kiel: IPN-Institute for Science Education at the University of Kiel).

Hosseini, J., 1993. "Application of Bloom's Taxonomy and Piaget Model of Cognitive Process to Teaching of Management Information Systems Concepts", Journal of Systems Education, September, V.5, N.3,.

Hounshell, P.B. & Hill, S.R., 1989. The microcomputer and achievement and attitudes in high school biology, Journal of Research in Science Teaching, 26 (6), 543-549.

Ingle, R. B., and Ranaweera A. M., 1984. Curriculum innovation in school chemistry, teaching school chemistry, Ed. By D. J., waddington, chapter, 2.

İşman, A., Baytekin, Ç., Balkan, F., Horzum, B. & Kıyıcı, M., 2002. Fen bilgisi eğitimi ve yapısalcı yaklaşım. TOJET, Cilt:1, Sayı:1, Makale:7.

Jimoyiannis, A. and Komis, V., 2002. Computer simulations in physics teaching and learning: A case syudy on students' understanding of trejectory motion. Computers & Education, 36, 183-204.

Jara-Guerrero S. (1993). Misconceptions on heat and temperature in the proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics, Misconceptions Trust: Ithaca, NY.

Kahle, J. B., and Mecce, J., 1994. Research on gender issues in the classroom Handbookof Researchon Science Teaching and Learning ed D Gabel (New York: Macmillan) pp 542-57.

Karplus, R., 1989. '' Teaching for the development of reasoning,'' in The Psychology of Teaching for Creative Thinking and Creativity, edited by A.E. Lawson, 1980 AETS Yearbook, (ERIC/SMEAC, Columbus, OH, 1979); J. Minstrell, ''Teaching science for understanding,'' in Toward the Thinking Curriculum: Current Cognitive Research, edited by L. Resnick and L. Klupfer (1989 Yearbook of the Association for Supervisionand Curriculum).

Kavcar, N., Çallıca, H., ve Sıyal, İ., 1999. "Türkiye'de Liselerde Fizik Eğitimine İlişkin Bir Anketin Değerlendirilmesi", III Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu Kitapçığı, Ekim 1999, s.126-127.

Kelly, A., 1988. Gender differences in teacher-pupil interactions: A metaanalytical review Res. Educ. 39 1-23.

Kesidou, S & Duit, R. (1993). Student' conceptions of the second law of thermodynamics- An interpretative study. Journal of Research in Science Teaching, 30: 85-106.

Kevin, C., 2000. Teaching about heat and temperature, Phys. Educ. 35(2), 101-105

Koca, S., 1999. Ortaöğretimde Fizik Dersi Müfredat Programlarının Değerlendirilmesi ve Alternatif Bir Fizik Programı. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, 121s, Ankara.

Linder, C. J., 1993. A Challenge to Conceptual Change, Sci. Education, 77, 293-300

Maier, S., 2004. Oklahoma Higher Education Teaching and Learning Conference, 'Misconception Research and Piagetian Models of Intelligence'.

Marioni, C., 1989. Aspect of Student's Understanding in Classroom Setting: Case Studies on Motion and Intertia, Physics Education, 24, 273 – 277

McDermott, L.C. , 1984. "Research on conceptual understanding in mechanics," Phys. Today 37, 24

McI1dowie, E., 1998. Introducing temperature scales, Phys. Educ. 33, 368-72

Mullis, I., Martin, M., Beaton, A., Gonzalez, E., Kelly, D., and Smith, T., 1998. Mathematics and Science Achievment in the Final Year of Secondary School: IEA's Third İnternational Mathematics and Science Study (TIMSS) (Center for the Study of Testing, Evaluation and Educational Policy, Boston College).

Nachimias, R., Stavy, R., and Avrams R., 1990. A microcomputer-based diagnostic system for identifying students' conceptions of heat and temperature, Int. J. Sci. Educ., 12, 123-32

Özat, Y., 1997. Orta öğretimde kimya programlarının değerlendirilmesi,Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Özmen, H., 2004. Fen Öğretiminde Öğrenme Teorileri ve Teknoloji Destekli Yapılandırmacı (Constructivist) Öğrenme. TOJET, Yıl:3, Sayı:1, Makale:14.

Özmen, H. & Kolomuç, A., 2004. Bilgisayarlı öğretimin çözeltiler konusundaki öğrenci başarısına etkisi. Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi, 12(1), 57-68.

Perry, W. B., 1970.Forms of intellectual and Ethnical Development in the College Years: A Scheme (Holt, Rinehart, and Winston, New York).

Peters, P. C., 1981. '' Even honors students have conceptual difficulties with physics, '' Am. J. Phys. 50, 510; I. A.

Piaget, J., 1971. Science of Education and the Pyschology of the child, Viking Press, New York.

Ramsden, E., 2002. An introduction to computer simulation and modeling. http://www.sensorsmag.com/articles/0602/life/ (2002, June 26).

Riche, R. D., 2000. Strategies for Assisting Students Overcome Their Misconceptions in High School Physics, Memorial University of Newfoundland Education, 6390.

Rodger, W., Bybee and Robert, B., 1990. Piaget For Educators, Second Edition, Waveland Press, Inc, Illionois, s.133.

Rogan, J. H., 1988. The development of a conceptual framework of heat. Science Education, 72, 103-133.

Romer, R. H., 2001. Heat is not a noun. American Journal of Phys., 69(2), 107-109.

Rowell, J. A., and Hoffmann, P. J., 1975. "Group Tests for Distinguishing Formal from Concrete Thinkers", Journal of Reseacrh in Science Teaching, Vol.12, No.2, s.157-164.

Schoenfeld, A., 1987. ''On Mathematics as sense-making: an informal attack on the unfortunate divorce of formal and informal mathematics,'' in Informal Reasoning

and Education, edited by Perkins, D. N., Segal, J., and Voss, J., (Lawrence Erlbaum, Hillsdale, N. J.,).

Schoenfeld A., 1988. ‘‘When good teaching leads to bad results : the disasters of well taught mathematics classes,’’ in T.P. Carpenter and P.L. Peterson, ‘‘Learning Mathematics from instruction,’’ a special issue of Educational Psychologist 23, 145;

Shirish, P., and Prodhan, H. C., 1999. ‘‘Students’ Alternative conceptions in Pressure, Heat and Temperature’’ Homi Bhabha Centre for Science Education, TIFR, Mumbai, India.

Snyder, B.R. , 1971. The Hidden Curriculum. Knopf New York.

Stepans, J., 1996. Targeting Students’ Science Misconceptions: Physical Science Concepts Using the Conceptual Chance Model. Riverview, Fla. : Idea Factory.

Steve, S., and Daniel, W. B., 1975. “Piagetian Cognitive Development and Achievement in Science”, Journal of Reseacrh in Science Teaching, Vol.12, No.2, s.165-174.

Strauss, S. and Stavy, R. 1980. Educational-development psychology and curriculum development: The case of heat and temperature. In Helm, H., and Novak, J., (Eds.) Proceedings of the International Seminar: Misconceptions in Science and Mathematics, Ithaca, NY, Cornell University, pp. 292 – 303.

Şahin, T. Y., Yıldırım, S., 1999. Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme. Ankara: Anı Yayıncılık.

Taber, K. S., 1998. An alternative conceptual framework from chemistry education, Int. J. Sci. Educ., 20, 597-608.

Taber, K. S., 2000a. Multiple frameworks? Evidence of manifold conceptions in individual cognitive structure, Int. J. Sci. Educ., 22, 399-418.

Taber, K. S., 2000b. Shifting sands: a case study of conceptual development as competition between alternative conceptions, Int. J. Sci. Educ. At press.

Tao, P. K., and Gunstone, R. F., 1999. The Process of Conceptual Chance in Force and Motion During Computer Supported physics Intructions, Journal of Research in Science Teaching, (36), 859 – 882.

Tekdal, M., 2002. Etkileşimli fizik simülasyonlarının geliştirilmesi ve etkin kullanımı, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, ODTÜ, Ankara,

Terry, C., Jones, G., and Hurford, W., 1985. Children's Conceptual understanding of Forces and Equilibrium, Physics Education, 20, 162 – 165

Thomaz, M. F., Malaquias, I. M., Valente, M. C., and Antunes, M. J., 1995. An attempt to overcome alternative conceptions related to heat and temperature, Phys. Educ. 30, 19-26.

Thornton, R., 1987. ''Tools for scientific Thinking: microcomputer-based laboratories for physics teaching,'' Phys. Educ. 22, 230.

Tiberghien, A., 1980. Modes and conditions of learning. An example: The learning of some aspects of the concepts of heat. In W. F. Archenhold, R. H. Driver, A. Orton & C. Wood-Robinson (Eds.), Cognitive development research in science and mathematics (pp. 288-309). Leeds, UK: University of Leeds Printing Service.

Tiberghien, A., 1985. 'Heat and temperature: Part B. Trends in Science Education Research In Driver, R., Guesne, E. and Tiberghien, A., (Eds) Children's Ideas in Science, Milton Keynes, Open University Press, pp. 67 – 84.

Tobin, K., and Gallaher J. J., 1987. What happens highschools science classrooms? Journal of curriculum studies, vol.19, No:6, p. 549-560.

Tytler, R., 1998. The Nature of Students' Informal Science Conceptions, International Journal of Science Education, 20, (8), 901 – 927

URL-1., 2005. http://www.enocta.com/tr/kaynaklar_makale_detay.asp?url=100

Rodrigues, S., 1997. Fitness for purpose: a glimpse at when, why and how to use

information technology in science lessons. Australian Science Teachers Journal, 43 (2), 38-39.

Wagenschein, M., 1970. Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken [Understanding and Exact Thinking] (Stutgart:Ernst Klett Verlag).

Wagenschein, M., 1976. Die pädagogische Dimension der Physik [The Pedagogical Dimension of Physics] (Braunschweig: Georg Westermann Verlag)

Wandersee, J. H., Mintzes, J. J., and Novak, J. D., 1994. Research on Alternative Conceptions in Science in Gabel, Dorothy J. Handbook of Research on Science Teaching and Learning, New York: MacMillan.

Watts, M., 1983. Some alternative views of energy Phys. Educ., 18, 213-7.

Wertheimer, Max., 1982. Productive Thinking, Enlarged edition, edited by Michael Wertheimer, University of Chicago Press, Chicago, originally published in 1945.

Yalçınalp, S., Geban, Ö., & Özkan, Ö., 1995. Effectiveness of using computer-assisted supplementary instruction for teaching the mole concept. Journal of Research in Science Teaching, 32, 1083-1095.

Yalın, H. İ., 2002. Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme, Ankara: Nobel Yayıncılık.

Yiğit, N. ve Akdeniz, A. R., 2003. Fizik öğretiminde bilgisayar destekli etkinliklerin öğrenci kazanımları üzerine etkisi: Elektrik devreleri örneği. GÜ Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23 (3), 99-113.

Zietsmen, A. I. and Hewson, P. W., 1986. " Effect of Instruction Using Microcomputer simulations and Conceptual Change strategies on Science Learning" Journal of Research in Science Teaching, vol. 23, p . 27-39.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Yunus KARAKUYU

Doğum Yeri : Afyonkarahisar / Sandıklı

Doğum Yılı : 21/07/1974

Medeni Hali : Evli

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise: 1987 – 1993 Afyon Kocatepe Anadolu Lisesi.

Lisans: 1993 – 1997 SDÜ Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü.

Y. Lisans: Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik A.B.D.

Yabancı Dil : İngilizce.

İş Deneyimi:

1997 – 2005: Afyonkarahisar Hocalar Çok Programlı Lisesi.

2005 – : Afyonkarahisar Aydın Doğan Bilim ve Sanat Merkezi.