

CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ
RADYOAKTİVİTE KONUSUNDAKİ KAVRAM
YANILGILARININ GİDERİLMESİNDE BİLGİSAYAR
DESTEKLİ ÖĞRETİMİN VE KAVRAMSAL DEĞİŞİM
METİNLERİNİN ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

Ahmet YUMUŞAK

Anabilim Dalı : Fizik

Programı : Nükleer Fizik

MANİSA 2013

CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ
RADYOAKTİVİTE KONUSUNDAKİ KAVRAM
YANILGILARININ GİDERİLMESİNDE BİLGİSAYAR
DESTEKLİ ÖĞRETİMİN VE KAVRAMSAL DEĞİŞİM
METİNLERİNİN ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

Ahmet YUMUŞAK

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 21.05.2013

Tezin Savunulduğu Tarih : 13.06.2013

Tez Danışmanı : Prof. Dr. İsmail MARAŞ

Doç. Dr. Mehmet ŞAHİN

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. İhsan ULUER

Doç. Dr. Gültekin YEĞİN

Prof. Dr. Tahsin BABACAN

MANİSA 2013

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ.....	1
1.1.Kavramlar	1
1.1.1.Kavram Nedir?	1
1.1.2.Kavramların Özellikleri	3
1.1.3.Kavramların Önemi	5
1.1.4.Kavramların Sınıflanması	6
1.1.5.Kavram Geliştirme Süreçleri	7
1.1.6.Kavramlar Arası ilişkiler.....	8
1.1.7.Kavramların Aşamalılığı	9
1.1.8.Kavram Öğrenme	9
1.1.9.Kavram Öğretimi	11
1.1.10.Kavram Öğrenmenin Sınırlılıkları	13
1.1.11.Kavram Öğretiminde Yardımcı Grafik Materyaller	14
1.2.Kavram Yanılgıları.....	18
1.2.1.Kavram Yanılgısı Nedir?	18
1.2.2.Kavram Yanılgılarının Nedenleri	19
1.2.3.Kavram Yanılgılarının Genel Karakteristikleri	22
1.2.4.Kavram Yanılgılarının Çeşitleri.....	22
1.2.5.Kavram Yanılgılarının Giderilmesi.....	23
1.2.6.Öğrencilerin Kavramlarla İlgili Ön Bilgi ve Yanılgılarının Belirlenmesi.....	25
1.3.Kavramsal Değişim Yaklaşımı	30
1.3.1.Kavramsal Değişim Metinleri.....	36
1.4.Bilgisayar Destekli Öğretim	38
1.4.1.Bilgisayar Destekli Öğretimin Amaçları	40
1.4.2.Bilgisayar Destekli Öğretim Modelleri	40
1.4.3.Bilgisayar Destekli Öğretimi Uygulama Yöntemleri.....	41
1.4.4.Bilgisayar Destekli Öğretim Programları (Yazılımları).....	41
1.4.5.Bilgisayar Destekli Öğretimde Animasyon Tekniği	47
1.4.6.Bilgisayar Destekli Öğretim Materyalleri	47
1.4.7.Bilgisayar Destekli Öğretimin Yararları	49
1.4.8.Bilgisayar Destekli Öğretimin Sınırlılıkları	50
2.KAYNAK ÖZETLERİ	52
2.1.Fizikte Kavram Yanılgıları İle İlgili Kaynak Özetleri.....	52

2.2.Radyoaktivite Konusundaki Kavram Yanılgıları İle İlgili Kaynak Özetleri	58
2.3.Kavramsal Değişim Metinleri İle İlgili Kaynak Özetleri	71
2.4.Bilgisayar Destekli Öğretim İle İlgili Kaynak Özetleri	81
2.5.Öğrencilerin Fizik Dersine Yönelik Tutumları İle İlgili Kaynak Özetleri	89
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	94
3.1.Araştırma Problemi ve Hipotezler	94
3.1.1.Araştırmanın Amacı.....	94
3.1.2.Alt Problemler	94
3.1.3.Araştırmanın Hipotezleri.....	95
3.1.4.Araştırmanın Örneklemi	96
3.1.5.Sayıtlar	97
3.1.6.Sınırlılıklar	97
3.2.Deneysel Yöntem	98
3.3.Değişkenler	99
3.3.1.Bağımsız Değişkenler	99
3.3.2.Bağımlı Değişkenler	99
3.4.Konu İçeriğinin Belirlenmesi ve Öğrenci Kazanımları	99
3.5.Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçları	100
3.5.1.Kavram Yanılgısı Belirleme Testi (KYBT)'nin Geliştirilmesi	100
3.5.2.Kavram Yanılgısı Belirleme Testi (KYBT)'nin Geçerliliği ve Güvenilirliği	102
3.5.3.Kavram Yanılgısı Belirleme Testi (KYBT)'nin İçeriği	113
3.5.4.Fizik Öğrenmeye Yönelik Tutum Ölçeği (FÖYTÖ).....	114
3.5.5.Mülakat.....	114
3.6.Araştırma Kapsamında Geliştirilen ve Kullanılan Öğretim Materyalleri	116
3.6.1.Kavramsal Değişim Metinleri.....	116
3.6.2.Bilgisayar Destekli Öğretim Materyali	117
3.7.Uygulama	118
3.7.1.Kontrol Grubunda Yapılan Uygulama	119
3.7.2.Birinci Deney Grubunda Yapılan Uygulama	119
3.7.3.İkinci Deney Grubunda Yapılan Uygulama	120
3.7.4.Üçüncü Deney Grubunda Yapılan Uygulama	121
3.8.Verilerin Analizi.....	121
3.8.1.İki Aşamalı Kavram Yanılgısı Belirleme Testi (KYBT)'nin Analizi	122
3.8.2.Fizik Öğrenmeye Yönelik Tutum Ölçeği (FÖYTÖ)'nin Analizi.....	123
3.8.3.Mülakatlardan Elde Edilen Verilerin Analizi	124

4.BULGULAR	125
4.1.KYBT'den Elde Edilen İstatistiksel Bulgular	125
4.2.FÖYTÖ'den Elde Edilen İstatistiksel Bulgular	135
4.3. Ders Başarı Notlarından Elde Edilen Verilerin Analizi	142
4.4.Mülakat Sorularından Elde Edilen Bulgular	144
4.4.1.Birinci Deney grubundan Elde Edilen Bulgular	145
4.4.2.İkinci Deney Grubundan Elde Edilen Bulgular	147
4.4.3.Üçüncü Deney Grubundan Elde Edilen Bulgular	149
5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	151
6. ÖNERİLER	158
KAYNAKLAR	160
EKLER	180
ÖZGEÇMİŞ	226

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1.1. İki Aşamalı Testlerin Türleri ve İçerikleri	28
Çizelge 2.1. Radyoaktivite ve Çekirdek Tepkimeleri Konusunda Öğrencilerin Sahip Olduğu Yanlış Kavramalar	63
Çizelge 2.2. Nükleer Kimya Ünitesi Üzerine Yapılan Bazı Çalışmaların İçerik Analizi	69
Çizelge 3.1. Araştırmaya Dâhil Edilen Öğrencilerin Cinsiyet Değişkenine İlişkin Frekans ve Yüzde Değerleri	97
Çizelge 3.2. Araştırmada Kullanılan Deneysel Yöntem	98
Çizelge 3.3. Üst ve Alt Gruptaki Öğrencilerin Doğru Yanıt Sayısına Göre Madde Analizi	103
Çizelge 3.4. İki Aşamalı Soruları Analiz Etmede Kullanılan Değerlendirme Kriterleri	105
Çizelge 3.5. KYBT'deki Soruların Ortalama, Standart Sapma Değerleri ve Örneklem	106
Çizelge 3.6. KYBT'deki Sorular Arasındaki İlişki (Correlation) İle İlgili Veriler	107
Çizelge 3.7. KYBT'deki Soruların Ortalama, Standart Sapma, En Küçük (Minimum) ve En Büyük (Maksimum) Dağılım Aralığı Değerleri	108
Çizelge 3.8. KYBT'deki Toplam Soruların İstatistik Değerleri	109
Çizelge 3.9. İki Aşamalı Soruları Analiz Etmede Kullanılan Değerlendirme Kriterleri	111
Çizelge 3.10. Konuların işlendiği (İŞL) ve İşlenmediği (İŞLM) Grupların KYBT Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistik Sonuçları	112
Çizelge 3.11. Konuların işlendiği (İŞL) ve İşlenmediği (İŞLM) Grupların KYBT Puanlarına İlişkin t-Testi Sonuçları	113
Çizelge 3.12. KYBT'deki Kavramlar-Kavram Yanılgıları ve Bunlarla İlgili Sorular	113
Çizelge 3.13. Kontrol ve Deney Gruplarına Uygulanan Program	118
Çizelge 3.14. İki aşamalı Soruları Analiz Etmede Kullanılan Değerlendirme Kriterleri	123
Çizelge 4.1. Öğrencilerin KYBT Ön Test-Son Test Puan Ortalamalarına Uygulanan Bağımlı Grup "t" Testi Sonuçları	126
Çizelge 4.2. Öğrencilerin KYBT Puanlarının Betimsel İstatistik Sonuçları	128
Çizelge 4.3. KYBT Ön Test ve Son Test Puanlarının Uygulanan Yönteme Göre Ortalama ve Standart Sapma Değerleri ve ANOVA Sonuçları	129
Çizelge 4.4. Öğrencilerin KYBT Son Test Puan Ortalamalarının Hangi Gruba Göre Farklılık Gösterdiğine İlişkin Bonferroni Testi Sonuçları	130
Çizelge 4.5. Öğrencilerin KYBT Ön Test-Son Test Puanlarının ANOVA Sonuçları	131

Çizelge 4.6. Grupların KYBT Son Test-Ön Test Ortalama Fark Puanları (FarkKYBT) İçin Betimsel İstatistikler.....	133
Çizelge 4.7. Grupların KYBT Son Test-Ön Test Ortalama Fark Puanlarının (FarkKYBT) ANOVA Analizi.....	133
Çizelge 4.8. Grupların KYBT Son Test-Ön Test Ortalama Fark Puanları (FarkKYBT) İçin Yapılan Bonferroni Testi Sonuçları	135
Çizelge 4.9. Öğrencilerin FÖYTÖ Ön Test-Son Test Puan Ortalamalarına Uygulanan Bağımlı Grup “t” Testi Sonuçları	135
Çizelge 4.10. Öğrencilerin FÖYTÖ Puanlarının Betimsel İstatistik Sonuçları.....	137
Çizelge 4.11. FÖYTÖ Ön Test ve Son T VBest Puanlarının Uygulanan Yönteme Göre Ortalama ve Standart Sapma Değerleri ve ANOVA Sonuçları	138
Çizelge 4.12. Öğrencilerin FÖYTÖ Ön Test-Son Test Puanlarının ANOVA Sonuçları	139
Çizelge 4.13. Grupların KYBT Son Test-Ön Test Ortalama Fark Puanları (FarkKYBT) İçin Betimsel İstatistikler.....	141
Çizelge 4.14. Grupların FÖYTÖ Son Test-Ön Test Ortalama Fark Puanlarının (FarkFÖYTÖ) ANOVA Analizi	141
Çizelge 4.15. Grupların FÖYTÖ Son Test-Ön Test Ortalama Fark Puanları (FarkFÖYTÖ) İçin Yapılan Bonferroni Testi Sonuçları.....	141
Çizelge 4.16. Grupların Radyasyon Fizikine Giriş Dersi Başarı Notları İçin Betimsel İstatistikler	143
Çizelge 4.17. Grupların Radyasyon Fizikine Giriş Dersi Başarı Notları İçin ANOVA Analizi	143
Çizelge 4.18. Grupların Radyasyon Fizikine Giriş Dersi Başarı Notları İçin Yapılan Bonferroni Testi Sonuçları	148

KISALTMALAR LİSTESİ

GÖY	:	Geleneksel Öğretim Yöntemi
BDÖ	:	Bilgisayar Destekli Öğretim
KDM	:	Kavramsal Değişim Metinleri
KYBT	:	Kavram Yanılgısı Belirleme Testi
FÖYTÖ	:	Fizik Öğrenmeye Yönelik Tutum Ölçeği
SPSS	:	Statistical Package for the Social Sciences
ANOVA	:	Analysis of Variance
MANOVA	:	Multivariate Analysis of Variance
AÇT	:	Anlam Çözümleme Tablosu
KA	:	Kavram Ağı
KH	:	Kavram Haritası
Ss	:	Standart Sapma
Sd	:	Serbestlik Derecesi
N	:	Öğrenci Sayısı
p	:	Önem Düzeyi
t	:	t Değeri
$\bar{X}$	:	Aritmetik Ortalama
%	:	Yüzde

TEŞEKKÜR YAZISI

Bu tez çalışması, gerek insani, gerek bilim adamı vasıflarıyla her zaman bana örnek olan ve hiçbir zaman yardımlarını esirgemeyen danışman hocalarım Prof. Dr. İsmail MARAŞ ve Doç. Dr. Mehmet ŞAHİN'in yönlendirmeleri, çabaları ve destekleri ile meydana gelmiştir. Saygıdeğer hocalarımın üzerimdeki emekleri büyüktür. Kendilerinin öğrencisi olmak, benim için her zaman bir gurur vesilesi olacaktır. Sonsuz teşekkürlerimi sunarım...

Tezimin her aşamasında tecrübelerinden ve önerilerinden sürekli yararlandığım, hocalarım, Prof. Dr. Enver ATİK, Doç. Dr. Gültekin YEĞİN, Doç. Dr. Şeref TAN, Yrd. Doç. Dr. Suat TÜRKOĞUZ, Yrd. Doç. Dr. Ercan ARI, Yrd. Doç. Dr. Fatma ŞAŞMAZ ve Yrd. Doç. Dr. Abdurrahman İLĞAN'a vermiş oldukları desteklerinden dolayı içten teşekkürlerimi sunarım...

Akademik hayatımın her aşamasında beni sürekli teşvik eden, destek olan sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Mehmet ÇİFTÇİ'ye yüksek lisans eğitimimden beri süregelen ilgi ve desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım...

Ayrıca İngilizce Okutmanı Macit ERCEVAHİR'e, Öğretim Görevlisi Gülbin KIYICI'ya, kadim dostum Türk Dili ve Edebiyatı Öğretmeni Ali DAĞLAR'a yardımlarından dolayı teşekkürlerimi sunarım...

Bugüne kadar üzerimde emeği olan ve adlarını burada yazamadığım bütün öğretmenlerime, hocalarıma, dostlarıma, yakınlarıma içten teşekkürlerimi sunarım...

Tüm hayatım boyunca maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan ve yardımlarını esirgemeyen anneme ve babama en içten minnetlerimi, şükran duygularımı ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım...

Acı, tatlı her anımda yanımda olan, çalışmalarım sırasında beni sürekli anlayışla karşılayarak destek olan, motive eden sevgili eşim Özlem YUMUŞAK'a ve hayatımıza girdiği ilk günden bugüne kadar evimizin neşesi olan, ancak çalışmalarım nedeni ile yeterince ilgilenemediğim canım oğlum Hayri Berk YUMUŞAK'a sonsuz teşekkür ederim...

Ahmet YUMUŞAK

Haziran, 2013

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, fen bilgisi öğretmen adaylarının radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde bilgisayar destekli öğretimin, kavramsal değişim metnlerinin, bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metnlerinin birlikte kullanılmasının ve geleneksel öğretim yönteminin etkilerini araştırmaktır. Ayrıca uygulanan yöntemlerin fen bilgisi öğretmen adaylarının fizik öğrenmeye yönelik tutumlarına etkileri de araştırılmıştır. Araştırmanın örneklemini 2011-2012 öğretim yılı bahar döneminde Celal Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Ana Bilim Dalında dört farklı şubede öğrenim gören toplam 92 dördüncü sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Her şubede farklı bir öğretim yöntemi kullanılmıştır. Bilgisayar destekli öğretimin kullanıldığı şube birinci deney grubu (23 öğrenci), kavramsal değişim metnlerinin kullanıldığı şube ikinci deney grubu (23 öğrenci), bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metnlerinin birlikte kullanıldığı şube üçüncü deney grubu (23 öğrenci) ve geleneksel öğretim yönteminin kullanıldığı şube kontrol grubu (23 öğrenci) olarak rastgele belirlenmiştir. Çalışmada veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından geliştirilen iki aşamalı “Kavram Yanılgısı Belirleme Testi (KYBT)”, mülakatlar ve “Fizik Öğrenmeye Yönelik Tutum Ölçeği (FÖYTÖ)” kullanılmıştır. Araştırmada farklı öğretim yöntemlerinin etkinliğinin belirlenmesi amacıyla “eşitlenmemiş kontrol gruplu deneysel desen” kullanılmıştır. Elde edilen veriler SPSS 21.0 kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda, gerek kavram yanlışlarının giderilmesi açısından, gerekse öğrencilerin fizik öğrenmeye tutumlarını artırma açısından, deney gruplarında uygulanan yöntemlerin kontrol grubunda uygulanan geleneksel öğretim yöntemine göre daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bilgisayar destekli öğretim, kavramsal değişim metinleri, fizik öğretimi, kavram yanlışları, radyoaktivite.

ABSTRACT

The goal of this study is to research the effects of the use of computer-assisted instruction (CAI), conceptual change texts (CCT), use of computer-assisted instruction and conceptual change texts together, and use of traditional teaching method in removing the misconceptions of science teacher candidates on the issue of radioactivity. On the other hand, effects of practiced methods on the attitudes of science teacher candidates were also researched. Research sample was made of totally 92 students studying at four different divisions of 4th grade in Celal Bayar University, Education Faculty, Department of Science Education in 2011-2012 academic year. A different teaching method was used in each division. Determinations about experimental groups were randomly made; in the first experimental group, computer-assisted instruction was used (23 students); in the second experimental group, conceptual change texts were used (23 students); in the third experimental group, computer-assisted instruction and conceptual change texts were used together (23 students); and the division, on which traditional education method was used, was called control group (23 students). Two-stage "Misconception Determination Test", which was developed by the researcher, interviews and "Physics Learning Attitude Scale" were used as data collection tools of the research. "Nonequivalent Control Groups Experimental Design" was used in this research in order to determine the efficiency of different teaching methods. Obtained data were analyzed by using SPSS 21.0. As a result of the research, it was determined that methods used on experimental groups were more successful than traditional teaching method practiced on control group both in terms of removing misconceptions and researching attitudes of students about learning physics.

Key Words: Computer-assisted instruction (CAI), conceptual change texts (CCT), physics teaching, misconceptions, radioactivity.

1. GİRİŞ

Fizik, günlük hayatta birçok alanda uygulaması olan, yaşamımızın içinde yer alan bir bilim dalıdır. Günlük hayatta çok sık karşılaştığımız fizik kavramları çoğu kez bilimsel tanımından farklı kullanılmaktadır.

Öğrenciler, çoğunlukla fizik kavramları hakkında farklı düşünce ve inanışlara sahiptir. Genellikle bilimsellikten uzak olan bu düşünce ve inanışları kendi deneyimleri sonucu elde ederler. Bunun bir sonucu olarak kavramları bilimsel tanımından farklı olarak algılar ve kullanırlar. Kavram yanılgısı olarak adlandırılan bu olay sonucunda öğrenciler konuları anlamakta zorluk çekmekte ve anlamlı öğrenme sağlanamamaktadır.

Kavramlar bilginin yapı taşlarıdır ve bilginin doğru öğrenilmesi ve anlaşılması açısından çok önemlidir. Fizik öğretiminin amaçlarından biri öğrencilerin kavramları bilimsel tanımına uygun öğrenmesini sağlamaktır. Bir konunun öğretiminde konu içerisinde yer alan kavramların önemi çok büyüktür. Konu içerisinde yer alan kavramların anlaşılır bir biçimde öğretilmesi, öğrencilerin daha sonraki konuları öğrenmelerinde büyük kolaylık sağlamaktadır. Anlaşılır bir şekilde öğretilmeden geçilen kavramlar ise, öğrencilerin sonraki öğrenim hayatlarında daha büyük anlama ve kavrama problemlerine neden olabilmektedir.

Bilim ve teknolojideki gelişmelere bağlı olarak bilgi birikimi çok hızlı bir şekilde artmaktadır. Bu bilgilerin tümünün öğrenenlere aktarılması çok zor olduğundan son yıllarda kavramlar düzeyinde öğretime önem verilmeye başlanmıştır (Özmen, 2005). Bu nedenle herhangi bir alanda öğretim programı hazırlanırken temel kavramlar etkili olarak ve derinlemesine ele alınmalıdır Böylece öğrencide bilgiye ulaşmak için gereken altyapı oluşturulabilir (Akdeniz, Yıldız ve Yiğit, 2001).

1.1. Kavramlar

1.1.1. Kavram Nedir?

Kavramlar nesneleri, olayları, insanları ve düşünceleri ortak özelliklerine göre gruplandırıdığımızda gruplara verdiğimiz adlardır (Çepni, Ayas, Johnson ve Turgut, 1997). Ülgen (2001)'e göre kavram, "insan zihninde anlaşılan, farklı obje ve olguların değişebilen ortak özelliklerini temsil eden bir bilgi formu yapısıdır". Senemoğlu (2003) ise kavramı "benzer nesneleri, insanları, olayları, fikirleri, süreçleri gruplamada kullanılan bir kategori" olarak tanımlamıştır.

Merril'e göre, (Merril'den aktaran Atasayar, 2008) kavramlar insan düşüncesinin yapı taşlarıdır. Kavramlar ortak özellikleri olan ve aynı isimle adlandırılan semboller, olaylar ve nesneler grubudur.

Schwartz ve Reisberg kavramı, “her ne zaman iki veya daha fazla obje veya olay gruplanabiliyor, sınıflandırılabilir ve diğer obje ve olaylardan bazı özellikleri nedeniyle ayrılabilir o bir kavramdır” şeklinde tanımlamıştır. Yine Bruner ve arkadaşları “çevremizdeki her şeyi, olayları ve objeleri, canlıları ve cansızları benzerlik ve farklılıkları dikkate alarak gruplandırdığımızda gruplara verdiğimiz isimler kavram” olarak ifade etmişlerdir (Schwartz ve Reisberg'den; Bruner ve arkadaşlarından aktaran Aydoğdu ve Kesercioğlu, 2005).

Kavramlar sayesinde insanlar öğrendiklerini sınıflandırabilir. Kavramlar sadece düşüncelerimizde vardır, gerçek dünyada ise kavramların tam olarak karşılıkları yoktur. Mesela “Meyve” bir kavramdır. Yenebilen, tatlı, ağaç ve değişik büyüklükte bitkiler üzerinde yetişen, elle tutulabilecek kadar büyüklüğü olabilen, yiyecekler “Meyve” olarak adlandırılır. Somut olarak “Meyve”nin bir karşılığı yoktur. “Meyve”nin sadece elma, armut, muz, portakal vb. gibi örnekleri vardır (Fidan, 1996).

Somut örnekleri olan kavramlar vardır ancak bu bütün kavramların somut örnekleri olacağı anlamına gelmez. Gerçek dünyada somut örneği olmayan kavramlar da vardır. Örneğin mutluluk, özgürlük ve demokrasi gibi kavramlar tamamen soyut olan ve somut örneği olmayan kavramlardır (Çepni, 2011).

Bir kavramın oluşturulmasında en önemli nokta o kavramın örneklerinin ortak özellikleridir (Fidan, 1996). Eğer nesneler, olaylar, düşünceler ortak özelliklerine göre gruplandırılıp isimlendirilmeseydi bunlar sistematik bir şekilde ayırt edilmiş olmazdı ve zihinlerimizde çok büyük bir karmaşa olurdu (Çepni vd., 1997).

Ülgen (2001)'e göre “kavramlar insanlarla ve onların duygu, düşünce, hareket bütünlüğü içinde edindikleri tecrübeleri ile var olurlar. İnsanların ürettiği bu kavramlar dünyayı anlamaya ve onunla bütünleşmeye yarayan, sonuçta insanlar arası iletişimi sağlayan ve ilkeler geliştirmeye temel olan bir çeşit bilgi formudur”.

1.1.2.Kavramların Özellikleri

İnsanların günlük yaşantılarını ve iletişimlerini kolaylaştıran, bilim dünyasına da önemli katkı sağlayan kavramların çeşitli özellikleri vardır. Ülgen (2001)'e göre kavramların özellikleri şöyle sıralanabilir:

- ❖ **Kavramlar, insan tecrübesine dayalı olarak zaman içinde yeniden tanımlanabilir.** Mutlak gerçek yoktur. Kavramların belirlenen özelliklerinin, gerçek özellikleri ile tam olarak aynı olduğu söylenemez. Bilim sürekli ilerlemekte ve kavramların özellikleri sürekli incelenmektedir. Bunun sonucu olarak kavramlar yeniden tanımlanabilir.
- ❖ **Objeler ve olayların algılanan özellikleri bireylere göre değişebilir.** Her bireyin geçmişte farklı tecrübeleri ve bilgi birikimleri vardır. Dolayısıyla her birey kavramların özelliklerini ve kavramları farklı algılayıp, yorumlayabilir.
- ❖ **Kavramların orijinali vardır.** İnsanın kavramın kritik özelliklerini dikkate alarak zihninde yapılandırdığı ilk oluşum kavramın orijinalidir. İnsan kavramın değişik örneklerini gördükçe kritik özellikleri kullanarak bir karşılaştırma yapar. Orijinal kavramı ölçüt olarak kullanır ve genellemelere gider.
- ❖ **Kavramın bazı özellikleri, bazen birden fazla kavramın özelliği olabilir.** Örneğin, “Kuş” ve “Uçak” iki ayrı kavram olmasına rağmen “uçabilme” özellikleri aynıdır.
- ❖ **Kavramlar objelerin ve olayların hem doğrudan hem de dolaylı olarak gözlenebilen özelliklerinden oluşurlar.** Her kavramın soyut ve somut özellikleri vardır. Doğrudan fiziksel özelliklerini gözlemleyebildiğimiz kavramlar somut kavramlardır. Fiziksel özelliklerinin gözlenmesi mümkün olmayan kavramlar ise soyut kavramlardır.
- ❖ **Kavramlar çok boyutludur.** Kavramlar bulunduğu konuma göre değerlendirilir. Örneğin, Dünya’yı merkez alırsak Jüpiter, Venüs, Mars ve Güneş Dünya’nın çevresinde yer almaktadır. Fakat Güneş’i merkez alırsak bu gezegenler ve Dünya Güneş’in çevresinde yer almaktadır.

- ❖ **Kavramlar kendi içlerinde, özelliklerine uygun belli ölçütlere göre gruplanabilirler.** Örneğin, eğitim kavramını iki ayrı ölçütle gruplandırabiliriz. Eğitim verilen yere göre göre gruplandırdığımızda iki gruba ayırabiliriz. Okulda verilen eğitim ve ailenin verdiği eğitim. Yine eğitimi içeriği açısından da gruplandırabiliriz. Mesleki eğitim ve ahlaki eğitim gibi. Ölçütler değişikçe gruplar da değişebilir.
- ❖ **Kavramlar dille ilgilidir.** İnsanlar kavram oluşturma ve geliştirme sürecinde kendi kültürlerinden, dillerinden ve yaşam biçimlerinden etkilenir. Bir kültürün dil zenginliği ile kavram çeşitliliği arasında bir ilişki vardır.
- ❖ **Kavramların özellikleri de kendi içinde birer kavramdır.** Kavramların tanımları içerisinde bazı kavramlar yer almaktadır. Bu nedenle kavramı öğretebilmemiz için öncelikle kavramın tanımı içerisinde yer alan diğer kavramları öğretmemiz gerekir. Bireylerin kavramı anlamlandırabilmesi ancak bu sayede olur.

Senemoğlu (2003)'na göre ise kavramların özellikleri şöyle özetlenebilir:

- ❖ **Öğrenilebilirlik:** Kavramlar sonradan öğrenilir. İnsanlar, bazı kavramları kolay öğrenebilirken bazılarını daha zor öğrenirler.
- ❖ **Kullanılabilirlik:** Kavramların, ilkeleri anlama, problem çözme gibi çok çeşitli kullanım alanları vardır.
- ❖ **Açıklık:** Kavramlar açık ve anlaşılır olmalıdır. Konu uzmanları kavramın anlamına ilişkin görüş birliği içinde bulunmalıdır.
- ❖ **Genellik:** Hiyerarşik olarak organize edilen kavramların en üstünde yer alan kavram en genel kavramdır. Bu hiyerarşik yapı içerisinde alt gruplara doğru inildikçe, kavramların özellikleri azalır ve daha özel kavramlar karşımıza çıkar.
- ❖ **Güçlülük:** Kavram diğer kavramların, ilkelerin anlaşılmasına yardımcı oluyorsa, problem çözme sağlıyorsa güçlü bir kavramdır. Bu özellikleri arttıkça gücü de artar.

Herhangi bir konu alanının öğretimine, öğrenilmesi daha kolay, açık ve anlaşılır, kullanılabilir, genel ve güçlü kavramlarla başlanması gerektiğine ilişkin yaygın bir görüş birliği bulunmaktadır.

Fidan (1996)'a göre ise kavramlar soyutluk, karmaşık olma, çok yönlülük ve kritik özellikleri bakımından birbirinden farklılaşırlar. Bu özellikleri Fidan (1996) şöyle açıklamıştır:

- ❖ **Soyut olma derecesi:** Kavramlar, somuttan soyuta doğru derecelendirilebilir.
- ❖ **Karmaşıklık derecesi:** Kavramlar basitten karmaşığa doğru sıralanırlar.
- ❖ **Farklılaşma:** Bazı kavramlar birbiriyle ilişkili kavramları içerir.
- ❖ **Özelliklerin kritik oluşu:** Kavramların gelişmesinde özelliklerin kritik olup olmadığı çok önemlidir. Kavramla doğrudan ilgili özelliklere kritik özellikler denir.

Kavramlar insan düşüncesinin temel yapı taşlarını oluşturmaktadır. Kavramların açıklığı ve netliği insanların düşüncelerinin gelişiminde ve öğrenmelerinde büyük rol oynar. Bu nedenle her türlü öğretim düzeyinde kavram öğretimi çok büyük önem taşımaktadır.

1.1.3.Kavramların Önemi

Günlük yaşamda ve bilim dünyasında sürekli kullanılan kavramların önemleri şöyle sıralanabilir:

- ❖ İnsanlar varlıkları kavramlar sayesinde sınıflar ve gruplandırır. Bu şekilde bir sınıflama ve gruplama çevremizin karmaşıklığını basitleştirir. Dünyada milyonlarca kuş çeşidi bulunmaktadır. İnsanlar yaşamları boyunca, günlük yaşantılarında ve bilimsel çalışmalarda binlerce kuş çeşidi ile karşı karşıya gelir ve bu kuşları ortak özelliklerine göre kategorize ederek anlamlandırır. Bu sayede karmaşıklıktan ve ayrıntılardan kurtulur.
- ❖ Kavramlar insanların birbirlerini anlamalarını sağlar ve insanlar arasındaki iletişimi kolaylaştırır. İnsanların birbirlerini anlaması için ilk önce, yaşamları boyunca çeşitli yerlerde kullandıkları kavramları anlamlandırmaları gerekir. Kavramlar anlamlandırıldıktan sonra kavramlar arasında ilişkiler kurulabilir ve öğrenilen bilgiler anlamlı hale gelir. Bu sayede insanların arasında düzenli ve anlamlı bir bilgi alış-verişi olur ve iletişim artar.
- ❖ Kavramların birbiri ile ilişkisinden ilkeler ve kurallar ortaya çıkar. İlkelerin sağlamlığı, doğru yargıda bulunmaya ve problemleri anlayarak çözmemize yardımcı olur (Fidan, 1996). Bu sayede bilgilerin anlamlı ve organize kullanımı sağlanır. Bu ise bilimsel yönden çok önemlidir.

- ❖ Kavramlar, bilgilerin unutulmamasını sağlar. Bilgiler, kavramlar sayesinde gruplandırılır ve organize edilir. Böylece insanlar, geniş bilgilerle uğraşmak ve onları ezberlemek zorunda kalmaz, öz bilgilerle ve önemli özelliklerle uğraşır.

Aydoğdu ve Kesercioğlu (2005)'na göre ise kavramların önemi aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- ❖ Kavramlar sayesinde dünyanın karmaşıklığı azalır. Nesnelerin, canlıların, olayların ortak özelliklerine göre sınıflandırılması dünyanın daha kolay anlaşılmasını sağlar.
- ❖ Kavramlar yeni durumlara genellemeyi gerçekleştirir. Yeni kavramlar eski kavramlarla ilişkilendirilir ve her şeyin yeniden başlayarak öğrenilmesine gerek kalmaz.
- ❖ Kavramlar düşünme gücümüzü artırır. Kavramlar sayesinde daha fazla düşünce üretmemiz mümkündür.
- ❖ Kavramlar sayesinde bilgilerin uzun süreli belleğe yerleşmesi kolaylaşır. Kavramlar sayesinde gruplandırılmış olan bilgiler uzun süreli bellekte daha kolay depolanır.

1.1.4.Kavramların Sınıflanması

Literatürde kavram türleri ile ilgili değişik sınıflandırmalar yapılmaktadır. Howard, (Howard'dan aktaran Ülgen, 2001, s.108) kavramları ediniliş biçimlerine göre iki grupta toplar. Bunlardan biri, tecrübeyle ilgili kavramlar, ikincisi ise, metaforik (benzetmeyle) ilgili kavramlardır:

- ❖ **Tecrübeyle (experiential) ilgili kavramlar:** Bunlar uzamsal (spatial), yukarı-aşağı, içinde-dışında, dar-geniş vb., gerçeğin kendisiyle ilgili (ontological) varlık, insan, kap, madde vb.; yapısal (structural), olay şeması gibi, bir objeyi bir yerden başka yere transfer etme ile ilgili kavramlardır.
- ❖ **Benzetmelerle (metaphorical) ilgili kavramlar:** Bu kavramlar tecrübe ile ilgili kavramlardan derlenirler. Uzamsal kavramlara dayalı olarak "o bu konuda en başarılı", "onun ekonomisi çöktü"; gerçeğe ilgili kavramlara dayalı olarak, "o hayat dolu", "ben enerji doluyum"; yapısal kavramlarla ilgili, "bu konuda şansımı kullanacağım", "kartını doğru oynarsan kazanırsın" örnekleri verilebilir.

Gagne ise (Gagne'den aktaran Senemoğlu, 2003) kavramları, somut kavramlar ve soyut kavramlar olarak ikiye ayırmıştır. Örneğin; "kalem" somut bir kavram iken "özgürlük" soyut bir kavramdır.

Merrill ve Tennyson'a göre (Merrill ve Tennyson'dan aktaran Atasayar, 2008) kavramlar, ardışık

(successive) kavramlar ve bağlantılı (Coordinate) kavramlar olmak üzere ikiye ayrılır. Ardışık kavramlarda, kavramların sahip oldukları ortak özellikler açısından sınıflandırılması (taksonomiden) söz konusudur. Örneğin; “çiçekli bitkiler” kavramı “bitkiler” kavramının, “bitkiler” kavramı da “canlılar” kavramının altında yer alır. Bağlantılı (Coordinate) kavramlar da ise kavramlar ardışık bir yapı içerisinde yer almaz ancak kavramlar birbiri ile ilişkilidir. Örneğin; “cep telefonu” kavramı “telefon” kavramı ile birlikte düşünüldüğünde ardışık bir kavram, “telsiz” kavramı ile birlikte düşünüldüğünde bağlantılı bir kavramdır.

Akgün (2001)’e göre ise öğrenme yollarına göre kavramlar üçe ayrılır ve aşağıdaki gibi açıklanabilir:

1. Algılanan Kavramlar: İnsanların çevresi ile etkileşimi sonucunda duyu organları ile algıladıkları kavramlardır. Sıcak, soğuk, küçük, büyük, açlık, uykusuzluk gibi kavramlar örnek verilebilir.

2. Betimlemeli Kavramlar: İnsanları dış dünya ile doğrudan etkileşime girince varlık, düşünce ve olayların gözlenebilir niteliklerini özetlemeye; açıklamaya ve onlara anlam vermeye çalışır. Bu şekilde edinilen kavramlar betimlemeli kavramlardır. Daha hafif, önceden, tepesinde gibi kavramlar örnek verilebilir.

3. Kuramsal Kavramlar: Zihinsel operasyonlar sayesinde kazanılan kavramlardır. Örneğin sıcaklık sözcüğü “termometrenin gösterdiği derece” şeklinde anlaşılıyorsa, betimlemeli bir kavram, “sıcaklık moleküllerin ortalama kinetik enerjisinin bir ölçümüdür” şeklinde tanımlandığı zaman ise kuramsal bir kavram olur.

1.1.5.Kavram Geliştirme Süreçleri

İnsan zihninde kavramları geliştirilirken değişik bazı zihinsel süreçleri kullanır. Bu süreçler, zihin tarafından otomatik olarak öğrenilecek kavramın türüne ve öğreniliş şekline bağlı olarak seçilir ve kullanılır (Çepni, 2011).

Kavram geliştirme süreçleri, genelleme, ayırım süreci ve tanımlama olarak sıralanabilir (Çepni vd., 1997; Çepni, 2011; Akgün, 2001):

❖ **Genelleme:** İnsan gözlem ve deneyimleri sonucu nesnelerin, olayların, insanların veya düşüncelerin benzer ve farklı yanlarını algılar ve bunun sonucunda genellemelere giderek yeni kavramlar geliştirir. Bu süreçte kavramın birçok örneği gözlenmeli ve onların ortak

özellikleri sayesinde genelleme yapılmalıdır. Ancak ilgilenilen varlıkların, örneklerin hepsine ulaşmak mümkün değildir. Dolayısıyla genellemeler hatalı olabilir. İlgilenilen varlıkların örneklerinin hepsi gözlenmeden, sadece bir kısmı gözlenerek varlıkların tümüne ilişkin bir genelleme yapılması hatalı olur. Genellemeye dâhil olmayacak varlıkları da genelleme içine alarak hata yapılmasına gereğinden fazla genelleme (overgeneralization) denir. Genellemeye dâhil olması gereken bir varlığı genelleme dışı bırakarak hata yapılmasına ise gereğinden az genelleme (undergeneralization) denir.

- ❖ **Ayırım Süreci:** Bu süreç nesnelerin, olayların, insanların veya düşüncelerin birbirine benzemeyen özelliklerini görebilmeye dayanır. Dolayısıyla genelleme sürecine göre daha zor bir süreçtir. Örneğin portakal, mandalina gibi meyvelerin ortak özellikleri genellenir ve turuncgiller kavramı elde edilir. Portakal ve mandalinayı birbirinden ayıran özellikleri açısından incelediğimizde ise zihnimizde mandalina, portakal veya limon şeklinde yeni kavramlar oluşur.
- ❖ **Tanımlama:** Yeni bir kavramı tanımlarken daha önceden bildiğimiz diğer kavramları kullanırız. Tanımlama sırasında hata yapabiliriz. Eğer tanımlama yaparken o kavramı oluşturan grubun gerçek üyelerinden birini dışarıda bırakırsak veya dâhil olmaması gereken bir üyeyi dâhil edersek kavramın anlamı daralır veya genişler. Örneğin penguenleri dışarıda bırakan bir kuş tanımı veya yarasaları da içine alan bir kuş tanımı hatalıdır.

1.1.6.Kavramlar Arası ilişkiler

Bazı kavramlar birbirleriyle ilişkilidir. Örneğin zaman, hız ve ivme kavramları arasında bir ilişkinin olduğunu söyleyebiliriz. İvmenin birim zaman içerisindeki hız değişimi olması, pozitif yönde hareket ederek hızlanan bir aracın ivmesinin pozitif olması gibi ilişkilerden söz edilebilir. Zaman ve hız kavramlarının bilimsel ilişkisi sonucu ivme kavramına ulaşılmıştır. Kuvvet ve ivme kavramları arasında yine birkaç farklı ilişki bulunabilir. Bilimsel yönden önemli olan ilişki ise kuvvetin ivmeyi değiştirdiği düşüncesidir.

Kavramların tanımında yine kavramlar kullanılmaktadır ve kavramlar arası ilişkiler bilimsel açıdan önemlidir. Bu nedenle kavramlar arası ilişkiler kurmanın öğretim sürecinde önemli bir yeri vardır. Fizikle ilgili yasa, prensip ve teorilerden oluşan kavramlar arasındaki ilişkilerin öğretilmesi, kavramların öğretilmesini kolaylaştıracaktır.

1.1.7.Kavramların Aşamalılığı

Kavramlar basitten karmaşığa doğru bir hiyerarşi gösterir. Mesela 4 yaşını geçen bir çocuk, patatesin sebze, kirazın meyve olduğunu; meyve ve sebzelerin hepsinin de yiyecek olarak adlandırıldığını kavrayabilir. Yaş ilerledikçe, yaşantı arttıkça çocuk daha yüksek düzeyde ve kapsamda kavramları yakalayabilir (Beydoğan, 1998).

Tüm alanlarda olduğu gibi fen bilimlerinde de kavramlar basitten karmaşığa doğru (hiyerarşik) bir şekilde sınıflanmıştır. Bir kütle üzerine değişik kuvvetlerin uygulanması sonucu, ivmenin kuvvete bağlı olarak artması veya azalması olayında, kavramlar (kütle, ivme ve kuvvet) arası ilişkiler kurularak Newton'un ikinci kanunu çıkarılabilir.

$$\text{Yani, } \frac{\vec{F}_1}{a_1} = \frac{\vec{F}_2}{a_2} = m \quad \vec{F} = m \cdot a$$

1.1.8.Kavram Öğrenme

Öğrenme, kısaca bireyin davranışlarında meydana gelen değişiklik olarak tanımlanabilir. Kavram öğrenme ise, uyarıların belli kategorilere ayrılması sonucu zihinde bilgiler oluşturulmasıdır. Yeterli bir öğrenmenin gerçekleşebilmesi için bu bilgilerin davranışlarla bütünleşmesi gerekir. Kavram öğrenme yapılanma ve yapılandırma işleminin bir sonucudur. Kavram öğrenme hem süreç olarak hem de ürün olarak incelenebilir (Ülgen, 2001).

Senemoğlu (2003)'na göre kavram öğrenmede aşamalı dört düzey bulunmaktadır.

1. Somut Düzey: Bu düzeyde kavram öğrenmek için yapılması gereken zihinsel işlemler şunlardır:

- ❖ Objenin algılanabilen çerçevesine dikkat etme,
- ❖ Objeyi diğer objelerden ayırt etme,
- ❖ Ayırt edilen objeyi, aynı kapsam ve durumda bir başka zamanda da görüldüğünde hatırlama.

2. Tanıma düzeyi: Bu düzeyde çocuk, sadece aynı kapsam ve aynı durumda gördüğünde tanıyabildiği objeyi, farklı bir yer ve durumda gördüğünde de tanıyabilir. Tanıma düzeyinde kavram öğrenmek için yapılması gereken zihinsel işlemler şunlardır:

- ❖ Objenin algılanabilen çerçevesine dikkat etme,
- ❖ Objeyi diğer objelerden ayırt etme,
- ❖ Ayırt edilen objeyi hatırlama,
- ❖ Objeyi farklı bir yer ve durumda gördüğünde de aynı obje olduğuna ilişkin genelleme yapma,
- ❖ Genelleme yapılan objeyi hatırlama.

3. Sınıflama Düzeyi: Bu düzeyde çocuk kavramı ilk kez öğrenmek için, kavramın en az iki örneğini tanımalıdır. Sınıflama düzeyinde kavram öğrenmek için yapılması gereken zihinsel işlemler şunlardır:

- ❖ Objenin bir sınıfına ilişkin en az iki örneğin çok belirgin olmayan özelliklerine dikkat etme,
- ❖ Her bir örneği, örnek olmayandan ayırt etme,
- ❖ Ayırt edilen örnekleri hatırlatma,
- ❖ Farklı bir kapsam ve durumda karşılaşılan her bir örneğin aynı örnek olduğu genellemesine varma,
- ❖ Aynı sınıfa ait olan en az iki örneğin eşdeğer olduğu genellemesini yapma,
- ❖ Genellemeyi hatırlama.

4. Soyut Düzey: Birey; kavram örneklerini doğru olarak tanıma; kavramın adını verme; kavramın tanımlanan özelliklerini ayırt etme; kavramın toplumca kabul edilmiş tanımını verme; kavram örneklerinin aynı düzlemdeki benzer örneklerinden nasıl farklılaştığını açıklama işlemlerini yapabilirse soyut düzeyde öğrenme gerçekleşir.

Soyut düzeyde kavram öğrenmede yapılması gerekli zihinsel işlemler iki ana grupta incelenmektedir. Bunlar; tümevarım işlemleri ve alma işlemleridir.

Tümevarım işlemleri şunlardır:

- ❖ Tanımlanan özellikleri ya da özelliklerle ilgili kuralları hipotezleştirme,
- ❖ Hipotezleri hatırlama,
- ❖ Örnekleri ve örnek olmayanları kullanarak hipotezleri değerlendirme,
- ❖ Kavram, henüz sınıflama düzeyinde öğrenilmişse kavramın tanımını yapma,
- ❖ Eğer sınıflama düzeyinde öğrenilmemişse kavramı anlama,
- ❖ Kavrama ait örnekleri ve örnek olmayanları, kavramın belirlenmiş özelliklerinin varlığı ya da yokluğu bakımından analiz etme.

Alma işlemleri ise şunlardır:

- ❖ Kavramın adı, kavramın tanımı, kavrama ait örnek olan ve örnek olmayanların resimsel ve sözel betimlemeleri de dâhil olmak üzere sunulan bilgiyi özümleme,
- ❖ Bilgiyi hatırlama,
- ❖ Kavrama ait örnekleri ve örnek olmayanları kavramın belirlenmiş özelliklerinin varlığı ya da yokluğu bakımından analiz etme.

Ülgen (2001)'e göre ise kavram öğrenme iki aşamada gerçekleşir.

İlk aşama kavram oluşturma: Bu aşamada birey genelleme yoluyla kavram oluşturur. Uyaranların benzer ve farklı yanlarını algılayan birey benzerlikleri kullanarak genellemeye ulaşır. Örneğin, çocuk yuvarlak bir cismi yuvarladığında, yetişkinler tarafından kullanılan “yuvarla”, “yuvarlak” sözcükleri ile kendi geliştirdiği “yuvarlak” şekli arasında bir bağ kurar. Çocuk oluşturduğu bu kavramı, karşılaştığı yeni durumlarda bir ölçüt gibi kullanır. Çocukluk yıllarında daha yoğun olan kavram oluşturma yaşam boyu devam etmektedir.

İkinci aşama kavram kazanma: Kavram kazanma işleminin gerçekleşmesi için bireyin oluşturduğu kavramı uygun kural ve ölçütlerle sınıflara ayırması gerekir. Kavram öğrenmenin sağlanabilmesi için kavram oluşturma yeterli değildir, birey sonrasında kavram kazanma aşamasını da başarı ile tamamlamalıdır. Kavram oluşturma farklılıkları benzerden ayırarak, benzerlerden genelleme yapma işlemine dayanırken, kavram kazanma ayırıştırma işlemine dayalıdır. Kavram oluşturma tanımsal bilgi ile ilgilidir. Kavram kazanma ise, işlemsel bilgi ile ilgilidir.

1.1.9.Kavram Öğretimi

Bir konu öğretilirken o konu alanına ilişkin kavramların ve bu kavramlar arasındaki ilişkilerin bilinmesi gereklidir. Dolayısıyla, bir kavramın yanlış ya da eksik öğrenilmesi, bundan sonraki konuları da etkileyecek ve sarmal biçimde kavramsal eksikliklere ya da yanlışlara yol açacaktır (Atasayar, 2008).

Yapılandırmacı (bütünleştirici) öğrenme kuramına göre öğrenciler yeni bilgilerini eski bilgilerinin üzerine inşa etmektedir. Dolayısıyla öğrencilerin daha önce öğrenmiş oldukları kavramlarla yeni öğrendiği/öğreneceği kavramları ilişkilendirmesi gerekmektedir. Bu düşünce kavram öğretimine daha fazla önem verilmesi zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır. Çepni (2011, s.134) kavram öğretiminin gerekçelerini aşağıdaki gibi sıralamıştır.

- ❖ Günümüz öğretim yaklaşımları kalıcı öğrenmenin işlemsel değil kavramsal olduğunu kabul etmektedir.
- ❖ Öğrenci ancak bilgilerini karşılaştığı yeni durumlara uygulayabilirse öğrenmiş (kavramış) sayılır.
- ❖ Öğrencilerin ön bilgileri sonraki öğrenmeler üzerinde ciddi etkiler yapmaktadır. Özellikle öğrencilerde bulunabilecek yanlış anlamalar yeni bilgilerin öğrenilmesini olumsuz yönde etkilemektedir.
- ❖ Bilimin ve araştırmaların gelişmesi sonucunda her gün yeni bilgiler keşfedilmektedir. Bundan dolayı bütün bilgileri öğrenmek mümkün olmadığı için kavramsal olarak temel bilgiler kazanmak daha önemli hale gelmektedir.
- ❖ Sınıfta farklı düzeylerde (Piaget'in zihinsel gelişme teorisine göre) öğrenciler bulunduğu için aynı hızla öğrenemezler. Öğretmen kavram öğretimine önem vererek her düzeyde uygun bir öğretim planı yapmalıdır.
- ❖ Kavram öğretiminde, basitten karmaşığa doğru aşamalı bir sıra vardır.

Bir kavram öğretilirken şu üç aşama önem taşır (Fidan, 1996):

1. Kavramın tanımlanmasında esas olan özelliklerin ortaya konması,
2. Kavrama örnek olan ve örnek olmayan durumların incelenmesi,
3. Geribildirim-dönüt verilmesi.

Kavram öğretiminde öğrencinin ayırt etme, analiz ve sentez gücü, daha önceden öğrendikleri, öğrenme biçimleri bireysel özellikleri, kullanılan öğretim yöntemleri, kavramın soyutsal derecesi ve karmaşıklığı etkilidir (Fidan, 1996).

Kavram öğretiminde genel olarak iki yöntem kullanılmaktadır. Bunlar geleneksel yöntem ve yeni yöntem olarak isimlendirilmektedir (Çepni, 2011; Aydoğdu ve Kesercioğlu, 2005; Kaptan, 1998).

Aydoğdu ve Kesercioğlu, (2005)'na göre geleneksel yöntemde şu aşamalar takip edilir;

- ❖ Öğrenciye kavramı ifade eden sözcük verilir,
- ❖ Kavramın sözel bir tanımı verilir,
- ❖ Tanımın anlaşılması için kavramın tanımlayıcı ve ayırt edici özellikleri belirtilir,
- ❖ Öğrenciden kavrama dâhil olan ve dâhil olmayan örnekler bulması istenir.

Yukarıdaki yönteme benzer bir yöntemi Fidan (1996) Kural-Örnek yöntemi olarak isimlendirmiştir. Kural-Örnek yönteminde önce kavram kritik özellikleriyle tanımlanır. Sonra buna uygun örnekler verilir.

Yukarıda bahsettiğimiz geleneksel yöntem kavram öğretiminde yeterince etkili olamamaktadır. Çünkü çoğu zaman kavramın tanımı tam olarak verilemez. Yöntemin etkili öğrenme açısından yetersiz olduğu başka eksiklikleri de vardır.

Yeni olarak bilinen öğretim yöntem ve tekniklerinde ise öğrenci kavramı anlatan en iyi örnekleri inceleyerek genellemeye ulaşır. Burada öğrencinin kavrama dâhil birçok örneği inceleyerek tanımlayıcı özellikleri bulması ve genellemeye gitmesi sağlanır. Öğrenci doğru genellemeye ulaştıktan sonra, kavrama dâhil olmayan örneklerin incelenmesi de sağlanır. Bu sayede öğrenci ayırt edici özellikleri de keşfeder ve gereğinden fazla genelleme yapması önlenmiş olur (Aydoğdu ve Kesercioğlu, 2005).

Geleneksel yöntem ve yeni yöntem tamamen birbirinden bağımsız yöntemler değildir. Deneyimlerden genellemeye gitme süreciyle öğretim (yeni yöntem) düşük yaş gruplarında, tanımlarla kavram geliştirme (geleneksel yöntem) ise ileri eğitim düzeylerinde daha etkili olabilir. Bazı durumlarda her iki yöntemin kullanılması gerekebilir (Çepni, 2011).

1.1.10.Kavram Öğrenmenin Sınırlılıkları

Bu kısımda zihinsel engelli olmayan ve öğrenme güçlüğü çekmeyen normal bir bireyin kavram öğreniminde karşılaşılabileceği sorunlar ele alınacaktır. Bu sorunlar Ülgen (2001)'e göre aşağıdaki gibi özetlenebilir:

❖ Öğrenilecek Kavramla İlgili Ön Bilgiler

Öğrenciler derse kavramlarla ilgili ön bilgiler ile gelirler. Bu ön bilgileri ile oluşturdukları orijinal kavramlara sahiptiler. Derste, öğrenci söz konusu kavramla ilgili bilgileri değerlendirirken, kendi oluşturduğu kavramı ölçüt olarak kullanabilmektedir. Ölçütte yanlışlık varsa, öğrenci söz konusu kavramı eksik, yanlış ya da iki anlamlı olarak öğrenebilir. Yanlış öğrenilen bir kavramı düzeltmek ise yeni bir kavramı öğretmekten daha zordur.

❖ Kavram Kargaşası

Bir kavram için bazen birden fazla sözcük kullanılırken, bazen de bir sözcük birden fazla kavram için kullanılmaktadır. Bir kavram için kullanılan sözcüklerin sayısı ile bir sözcüğün çağrıştırdığı kavramların sayısı ne kadar çok olursa, kavram kargaşalığı da o ölçüde çok olur.

❖ Öğretim Ortamının Yetersizliği

Öğrencinin kavramı doğru öğrenmesi ya da yanlış öğrendiği kavramı düzeltmesi öğretmenin becerisiyle ilgilidir. Yeni bir kavramı öğrenme ve yanlış öğrenilen kavramların düzeltilmesi

konusunda özel olarak, öğretmen kendi kendini değerlendirmelidir.

1.1.11.Kavram Öğretiminde Yardımcı Grafik Materyaller

Daha önce belirtildiği gibi kavramlar, nesneleri, olayları, insanları ve düşünceleri ortak özelliklerine göre gruptadığımızda gruplara verdiğimiz adlardır. Kavramlar, insanların zihinleri içinde oluşur ve kavram öğretiminin amacı da kavramların insanların zihninde oluşmasını sağlamaktır. Soyut düşünce birimleri olan kavramların insan zihninde oluşmasını sağlamak ve somutlaştırmak için bazı yardımcı grafik materyaller geliştirilmiştir. Aşağıda bu materyallerin bazıları hakkında bilgiler sunulmuştur.

1.1.11.1.Anlam Çözümleme Tabloları

Amerikan literatürüne semantik özellikler analizi (semantic features analysis) terimiyle girmiş olan bu araç, iki boyutlu bir tablo olarak öğrencilerin katıldığı bir etkinlik sonucunda geliştirilir. Tablonun bir boyutunda özellikleri çözümlenecek olan varlıklar veya kavramlar yer alır, diğer boyutunda özellikler sıralanır. Anlam çözümleme tabloları şu basamaklardan oluşur (Akgün, 2001):

- ❖ Öğretmen ünite ile ilgili bir konu seçer.
- ❖ Konunun başlığı tahtaya yazılır.
- ❖ Öğrenciler konu ile ilgili bulabildikleri kadar madde adı bulurlar. Söylenen madde isimleri tahtanın sol tarafına alt alta yazılır.
- ❖ Öğrencilere adları yazılan maddelerin özellikleri sorulur.
- ❖ Bu aşamadan sonra iki boyutlu bir tablo hazırlanır. Bu tablonun sol tarafına söylenen maddelerin isimleri, üst yatay kismada öğrencilerle belirlenen özellikler yazılır. Hazırlanan bu tablo öğrencilerin defterlerine de çizdirilir.
- ❖ Öğrencilerden tabloda bulunan maddelerde, o özelliğin bulunması halinde, karşısına "X" işareti konması istenir.

Maddenin Özellikleri Anlam Çözümleme Tablosu (Bektaş, 1999)

Madde	Katı	Sıvı	Gaz	İletken	Yalıtkan	Element
Taş	X					
Hava			X			
Su		X				
Tahta	X				X	
Demir	X			X		X

Böyle bir AÇT çalışmasından sonra öğrenci, bildiği sözcükleri yeni öğrendiği sözcüklerle ilişkilendirerek yeni kavramlar geliştirir. "Ayırt edici özellik" denildiğinde nelerin düşünülmesi ve anlaşılması gerektiğini de kavramış olur. AÇT kavramların tanımlayıcı ve ayırt edici özelliklerinin öğrenilmesinde, ayrıca kavramların pekiştirilmesinde etkili biçimde kullanılabilir.

1.1.11.2.Kavram Ağları

Kavram ağı (KA) öğrencilerin izlenimlerini, düşüncelerini yazılı öğretim araçlarındaki (ders kitabı, dergi, ansiklopedi, vb.) kavram ve ilkelerle uyumlu bir biçimde sergileyen bir grafik araçtır. Semantik Ağ da denilen bu araç öğrencilerin;

- ❖ Önceki bilgilerini harekete geçirmek,
- ❖ Yeni kavramları geliştirmek,
- ❖ Kavramlar arası yeni ilişkiler bulmak,
- ❖ Kavramları yeniden düzenlemek.

gibi zihin etkinlikleriyle yazılı metinleri daha iyi anlamalarına yardım eder (Kaptan, 1998).

Kavram ağları oluşturulurken genel olarak aşağıdaki sıralama takip edilir:

- ❖ Konu tahtaya yazılır.
- ❖ Konuya merkez oluşturacak bir kavram veya cümle tahtaya yazılır.
- ❖ Öğrencilerden merkezi kavramla ilgili sözcükler bulmaları istenir ve bulunan sözcükler tahtanın bir yanında listelenir.
- ❖ Öğrencilerden bu sözcükleri anlamlarına veya ilişkilerine göre gruplamaları istenir.

- ❖ Sözcük grupları belirlenip tahtaya yazıldıktan sonra öğrencilerden her gruba bir "ad" bulmaları istenir.

Kavram ağları bir üniteye hazırlık basamağında, ünite işlenirken veya ünite sonunda kullanılabilir. Kavramları gruplamada ve bu yolla çocuğun zihin yapılanmasını düzenleyerek daha üst kavrama ve düşünme düzeyine erişmesinde kavram ağları oldukça etkili bir araçtır.

1.1.11.3.Kavram Haritaları

Kavram haritaları bir olayı veya konuyu topluca gösteren, kavramları, kavramlar arası ilişki ve ilkeleri kısaca belirten araçlardır. Haritalar tüm sınıf etkinliğinde veya küçük grup etkinliklerinde öğrencilerin katılımlarıyla geliştirilebilir. Ayrıca, KH hazırlandığı seviyeye göre kelimeler içermelidir (Çepni vd., 1997).

Kavram haritaları ile bilgiler zihinde somut ve görsel olarak düzenlenir, kavramlar arasında ilişkiler kullanılır ve bu sayede yeni bilgiler inşa edilir. Kavram haritaları, diğer alanlarda olduğu gibi fizik öğretiminde de anlamlı öğrenmeyi sağlamada önemli yöntemlerden birisidir.

Kavram haritaları oluşturulurken genel olarak aşağıdaki sıralama takip edilir (Çepni vd., 1997):

- ❖ Öncelikle öğretilecek konu içerisinde yer alan kavramlar listelenir.
- ❖ Kavramlar listesinden en genel veya en üst düzeyde olan sözcük ayrı bir sayfanın başına yazılır.
- ❖ Sonra öğretilmek istenen ilişkili kavramlar aşamalı bir şekilde sayfaya yerleştirilir.
- ❖ Kavramlar haritadaki diğer sözcüklerden kolayca ayırt edilebilmesi için "kutu" veya "yuvarlak" içine alınır.
- ❖ Öğretilmek istenilen kavramlar arası ilişkiler, genelleme ve ilkeler ayrıca listelenir.
- ❖ Kavram haritasında iki kavram arasındaki ilişkiyi göstermek üzere iki kutu bir çizgi ile bağlanır. Aradaki mevcut ilişki çizginin üzerine yazılır.
- ❖ Kavram haritası gereğinden fazla şişirilmemelidir.

1.1.11.4.Zihin Haritaları

Zihin haritaları, farklı kavram ve fikirler arasındaki ilişkilerin beyin fırtınası yöntemiyle şematize edildiği grafik materyallerdir. Bu yöntemde öğrencilerin herhangi bir konuyla ilgili akıllarına gelen sözcükler yazılır ve eğer varsa bunlar arasındaki ilişkiler bulunur. Geliştirilme aşamasında;

- ❖ Merkezi bir kavram tahtaya yazılır ve çember içerisine alınır.
- ❖ Bu ana kavramla ilgili öğrencilerden akıllarına gelen sözcükleri söylemeleri istenir.
- ❖ Birden fazla ana kavramın bulunduğu haritalarda farklı kavramlar için yazılmış sözcükler arasındaki ilişkiler çizgilerle ifade edilir.
- ❖ Önemli düşünce veya kavramların vurgulanması için, renkler, resimler, semboller, grafikler veya şekiller kullanılabilir (Çepni, 2011).

1.1.11.5.Analojiler (Benzeşim)

Analojiler, amaç kavrama ya da bilgiye ulaşmak için yararlanılan, öğrenmeyi ilişkilendirebilecek ve dolayısıyla anlamlı bir hale getirebilecek, bilinen bir kavram ile bilinmeyen arasında benzerlikleri ve farklılıkları ortaya koyarak açıklamalarda bulunmayı gerektiren kavramsal ya da objesel araçlar olarak görülebilir” (Ekiz’den aktaran Aydoğdu ve Kesercioğlu, 2005, s. 79).

Reigeluth’a göre (Reigeluth’dan aktaran Atasayar, 2008), analojiler öğretilecek yeni bilgiyi öğrencinin daha önceden edindiği bilgilerle ilişkilendirir ve öğrenmeyi kolaylaştırır. Analojiler doğrudan bir şeyi başka bir şeye benzetme şeklinde, hikâye şeklinde veya şekiller ya da deneyler şeklinde olabilir. Örneğin, kan dolaşımını anlatan bir öğretmen, “Annemiz evdeki kirli çamaşırları toplar, çamaşır makinesine koyar. Temizlenen çamaşırlar en son olarak yerlerine yerleştirilir. Damarlarımız da, kirlenen kanı toplar, kalbe ve oradan da akciğere götürür. Orada temizlenen kan tekrar vücuda dağıtılır” şeklinde bir analogi kurabilir. Bu örnekte, kirli çamaşırların temizlenmesi öğrenci için eski bir bilgidir. Damarlarımızdaki kanın temizlenmesi ise yeni bir bilgidir. Kirli çamaşırların temizlenmesi ile damarlarımızdaki kanın temizlenmesi ilişkilendirilerek bir analogi yapılmıştır. Böylece öğrenci eskiden bildiği, tanıdığı bir kavram ya da olayı yeni karşılaştığı bir kavramla ilişkilendirerek öğrenebilir (Atasayar, 2008).

Analojiler genel olarak bireysel ve resimli analojiler olarak iki gruba ayrılmıştır. Bireysel analojilerde öğrenci aktif olarak rol alır ve zihninde bu olayları canlandırır. Resimli analojilerde ise anlaşılması zor olan kavramlar diyagramlar ve resimlerle gösterilerek anlaşılmalrı sağlanır (Bilgin ve Geban, 2001).

1.2.Kavram Yanılgıları

1.2.1.Kavram Yanılgısı Nedir?

Çocukların, çevrelerindeki olayları kendi düşündükleri şekilde kabul etme gibi farklı duygu ve sezgilerine bağlı olarak, zihinlerinde oluşturdukları düşüncelere "Çocukların Bilimi" adı verilir (Gilbert, Watts and Osborne, 1982). "Çocukların Bilimi"ndeki nesnelere ve olaylara ait kavramlar, "Gerçek Bilim" deki bilimsel kabul görmüş kavramlardan farklılık gösteriyorsa bu kavramlara kavram yanılgıları adı verilir (Büyükkasap, Düzgün, Ertuğrul ve Samancı, 1998). Kavram yanılgıları yerine bazen ön kavramlar, sezgisel inançlar, alternatif kavram yapıları ve öğrencilerin hataları gibi ifadeler de kullanılmaktadır.

Öğrenciler okul öncesi yaşantılarına bağlı olarak fiziksel (doğal) olaylar hakkında bazı içgüdüsel inançlar geliştirirler. Bu içgüdüsel inançları Novak "ön kavramlar (preconceptions)"; Driver ve Easley "alternatif kavramlar"; Helm "kavram yanılgıları"; Sutton "çocukların bilimsel içgüdüleri"; Gilbert et al., (1982) "çocukların bilimi"; Halloun ve Hestenes "genel duyu kavramları (common sense concepts)"; ve son olarak Pines ve West "kendiliğinden oluşan bilgiler (spontaneous knowledge)" diye isimlendirmişlerdir (Eryılmaz ve Tatlı, 2000).

Öğrencilerin okul ortamına getirdikleri bilimsel olmayan düşüncelerini tanımlamak isteyen araştırmacılar birçok yeni terim kullanmışlardır. Örneğin alternative conceptions – alternatif kavramlar (Gilbert and Swift), misconceptions – kavram yanılgıları (Fisher), children's science – çocukların bilimi (Osborne et al.), intuitive believes – sezgisel inanışlar (McKloskey), naive believes - nahif inanışlar (Caramazza et al.), erroneous ideas – hatalı fikirler (Fisher), preconceptions- ön ya da önceki kavramlar (Hashweh), multiple private versions of science – bilimin kişisel versiyonları (McClelland), underlying sources of error – hataya neden olan kaynaklar (Fisher and Lipson), personal models of reality – gerçeğin kişisel modelleri (Champagne et al.), spontaneous reasoning – spontane nedenleme (Viennot), persistent pitfalls – inatçı güçlük (Meyer), ve diğerleri gibi (Aydın ve Uşak, 2003).

Yukarıda verilen ifadeler arasında küçük farklar olmasına rağmen bu araştırmada kavram yanılgıları (misconceptions) terimi kullanılacaktır.

Kavram yanılgısı, kavramın bilimsel tanımıyla öğrencinin kendi zihninde oluşturduğu tanımın birbiriyle uyumsuzluğudur. Öğrencilerde en çok karşılaştığımız yanılgılardan birisi 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; Tery et al.; Riche; Stepan;’dan aktaran Karakuyu, 2006).

Kavram yanlışlarını Baki, öğrencilerin yanlış inançları ve deneyimleri sonucu ortaya çıkan davranışlar olarak tanımlarken, Çakır ve Yürük, kavram yanlışlarını kişisel deneyimler sonucu oluşmuş bilimsel gerçeklere aykırı olan ve bilim tarafından gerçekliği kanıtlanmış kavramların öğretilmesini ve öğrenilmesini engelleyici bilgiler olarak tanımlamaktadır (Baki; Çakır ve Yürük’ten aktaran Gülçiçek ve Yağbasan, 2004).

Bahar (2003), kavram yanlışlarını hem yeni öğrenilen bilginin tekrar yapılandırılmasına engel olduğu, hem de kavramlar arasında anlam bütünlüğünü bozduğu için, bir elektrik devresinde kısa devreye yol açan iletken tellere benzetmiştir. Bahar (2003)’a göre kavram yanlışları en genel tanımı ile öğrencilerin fikirlerindeki bilimsel olarak doğru olmayan kendilerine özgü yorumlar ve anlamlardır.

Kavram yanlışları, öğrencilerin herhangi bir konudaki kavramı bilimsel olarak kabul edilen tanımından farklı olarak algılaması ve o konunun uzmanlarından farklı olarak düşünmesi şeklinde de tanımlanabilir. Kavram yanlışları, bilim tarafından gerçekliği tanımlanmış kavramların öğretilmesini engelleyici bilgilerdir.

Öğrenciye ait bir düşüncenin kavram yanlışlığı sayılması için art arda üç şartın sağlanması gerekmektedir. Birincisi; öğrencinin düşüncesi gerçek bilime uygun olmamalıdır. İkincisi; öğrencinin bu yanlış düşüncesini savunması ve sahiplenmesi gerekir. Üçüncüsü ise öğrencinin kendi cevap ve açıklamalarından emin olması gereklidir (Yıldız’dan aktaran Alptekin, 2006).

Kavram yanlışlığı bir hata veya bilgi eksikliğinden dolayı verilen yanlış bir cevap değildir. Kavram yanlışlığı zihinde bir kavramın yerine oturan tanımın bilimsel olarak o kavramın tanımından farklı olması demektir. Öğrenciler hatalarını sebepleri ile birlikte açıklayabiliyor ve kendilerinden emin iseler kavram yanlışlarından emin olabiliriz. Yani bütün kavram yanlışları birer hatadır ama bütün hatalar birer kavram yanlışlığı değildir (Eryılmaz ve Sürmeli, 2002).

1.2.2.Kavram Yanlışlarının Nedenleri

Kavram yanlışlarının çok farklı nedenleri olduğu söylenmektedir. Öğrencilerin, var olan kavramlarını deneyimlerinden oluşturdıkları düşünülmektedir. Öğrenci kavram yanlışlığını, ders sırasında öğretmen ya da ders kitabından kazanabilir. Ya da sahip olduğu bilişsel düzey öğretilen kavramı yanlış algılamasına neden olabilir (Bernhisel’den aktaran Saka, 2006). Okul

deneyiminin yanı sıra, kavram yanlışları olan yetişkinlerin öğrencilere yaptıkları açıklamalar da, kavram yanlışlarının önemli bir nedeni olabilir. Öğrencinin yaşadığı çevrenin de, kavram yanlışlarının oluşmasında etkili olduğu düşünülmektedir (Chambers ve Andre'den aktaran Saka, 2006).

Kavram yanlışları, okulda verilen eğitimin öğrenciler tarafından hatalı olarak algılanması ya da öğretmenler tarafından hatalı olarak öğretilmesi ile ortaya çıkabilir. Bir araştırmaya göre; bazı yanlış fikirlerin, öğretilen bilginin eksikliğinden, diğer bilgilerle uyumsuzluğundan, karışıklığından ya da konu içinde geçen yabancı kelimelerin çok fazla miktarda bir arada bulunuşundan kaynaklandığı ileri sürülmektedir (Fisher'den aktaran Cansüğü Koray ve Bal, 2002). Bütün bunlara ek olarak, kavram yanlışlarının oluşması;

- ❖ Öğrencilerin ön bilgilerini kullanmasındaki yetersizlik,
- ❖ Öğretmenin, kavramsal değişimi sağlamada başarısızlığı,
- ❖ Kavram öğrenimi sırasında öğrencilerin belirli durumlarda anlam bütünlüğü kuramaması nedenlerine de bağlanabilir (Cansüğü Koray ve Bal, 2002).

Kathleen'e göre, (Kathleen'dan aktaran Bilgin ve Geban, 2001, s.26) öğrencinin okulda kazandığı kavram yanlışlarının nedenleri: "Bilimsel kavramların, formüllerin ve birbirine benzeyen terimlerin anlamlarının yanlış anlaşılması ve yorumlanması, öğrencilerin önceki bilgilerinin yetersiz oluşu, öğrencilerin gereğinden fazla bilgiyi kısa sürede ezberlemesi, seçilen öğretim yöntemlerinin konulara uygun olmaması ve öğrencilerin bilgi düzeylerinin düşük olmasıdır".

Kavram yanlışlarına gerekçe olarak birçok neden ileri sürülmektedir. Bunlar; kavramların geleneksel yöntemlerle öğretimi, ders başlangıcında öğretilecek kavramla ilgili öğrencilerin önbilgilerinin ve yanlışlarının belirlenmemesi, öğretimi sürecinde öğrencilerin geliştirdiği alternatif kavramların yeterince irdelenmeyişi ve kavram öğretiminde modern tekniklerin (Kavram Ağları, Kavram Haritaları, Zihin Haritaları ve Anlam Çözümleme Tabloları gibi) kullanılmayışı olarak sıralanabilir (Çepni, Aydın ve Ayyacı, 2000).

Yapılan başka bir çalışmada (Chi'den aktaran Erdem, Yılmaz ve Morgil, 2001) ise kavram yanlışlarının oluşmasının ana nedenlerini şöyle sıralamıştır: Önceden kazanılan kavramların yanlış veya eksik algılanması, günlük dilde kullanılan kavramların bilimsel dilde farklı kullanılması, konular ve kavramların öğretilmesinde uygun eğitim ortamlarının oluşturulmaması, kavramların birbiriyle bağlantısının kurulmaması ve günlük olaylarla ilişkilerinin kurulmaması.

Kavram yanlışları, kavramların öğretmenler tarafından hatalı olarak öğretilmesi ile de ortaya çıkabilir. Ayrıca öğretilen bilginin eksikliği, diğer bilgilerle uyumsuzluğu ya da konunun çok miktarda yabancı kelime içermesi gibi nedenler de kavram yanlışlarının ortaya çıkma nedenleri olarak sıralanabilir (Cansüğü Koray ve Bal, 2002).

Yılmaz ve Morgil (2001), kavram yanlışlarının nedenlerini iki şekilde sınıflandırmıştır; birincisi ders kitapları, öğretmen faktörü ve öğrencilerin daha önceki bilgilerinin derecelerinin bilinmemesi, ikincisi ise ders sırasında öğrencilerde gerekli kavram değişiminin yapılmamasıdır.

Önen (2005, s.24) öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının temel nedenlerini aşağıdaki gibi özetlemiştir:

- ❖ Öğretmenlerin kullandıkları yöntemlerin bilimsel anlamda kabul edilemeyecek hale gelmesi,
- ❖ Öğretmenlerin kavramlar arasında ilişki kuramaması,
- ❖ Öğretim ortamında öğrencilerin aktif hale getirilememesi,
- ❖ Günlük konuşma dilinin bilimsellikten uzak olması,
- ❖ Soyut kavramların somutlaştırılmaması,
- ❖ Günlük deneyimler sonucu kazanılan yanlış bilgiler,
- ❖ Okulda kazanılan yanlış kavramların neden olduğu hatalar ve yanlış değerlendirme sonucu oluşan düşünceler (Şahin ve Oktay),
- ❖ Öğretilen konunun zihinlerde tam olgunluğa ulaşmaması (Demircioğlu vd.),
- ❖ Kavram öğretiminde öğrencinin geliştirdiği alternatif düşüncelerinin yeterli irdelenemeyişi,
- ❖ Öğrencilerin önceki bilgileri belirlenmeden derse başlanması (Çepni vd.),
- ❖ Öğretimde kullanılan ders kitapları ve bir kavram için birden fazla ifadenin kullanımı (Alparslan vd.),
- ❖ Sınıftaki ortamın fen eğitime uygun olmaması,
- ❖ Öğretilen bilgilerle günlük yaşam arasında bağlantı kurulamaması,
- ❖ Öğretmenin ve kitabın seviyesinin öğrencinin seviyesinde olmaması (Gürdal vd.).

Coştu, Ayas ve Ünal (2007)'ın kavram yanlışları ve olası nedenleri üzerine yapmış oldukları çalışmada kavram yanlışlarının olası nedenlerini şöyle sıralamışlardır:

- ❖ Öğrencilerdeki bilgi eksikliği,
- ❖ Somutlaştırma amaçlı deneylerin yapılmaması,
- ❖ Öğretmenlerin konuları sunuş biçimleri,
- ❖ Öğrencilerin önceki deneyim ve düşünceleri,
- ❖ Ders kitapları,
- ❖ Öğrencinin yanlış ilişkilendirmelerde bulunması.

Kavram yanlışlarının oluşmasında öğretmenden ve öğrenme ortamından kaynaklanan nedenler ise şunlardır: Öğretmen merkezli öğretim yaklaşımlarının kullanılması; programın derinlikten yoksun olması; ders konuları ve kavramlar arasında gerekli bağlantıların kurulmaması; ders öğretimine geçilmeden önce öğrencilerin önceki yaşam tecrübelerinin, önbilgilerinin ve sahip

oldukları alternatif kavramların tespit edilmemesi; öğretmenlerin öğrencilerin öğrenme düzeylerine uygun ders işlememesi; bazı öğretmenlerin bizzat kendilerinin kavram yanlışlarına sahip olmaları kavram yanlışlarının oluşmasında karşımıza çıkan etkenler arasında yer almaktadır (Ayas vd; Çepni vd.'den aktaran Malatyalı ve Yılmaz, 2010).

1.2.3.Kavram Yanlışlarının Genel Karakteristikleri

Wessel literatürde yer alan kavram yanlışlarının genel karakteristiklerini aşağıdaki gibi özetlemiştir (Wessel'den aktaran Yağbasan ve Gülçiçek, 2003, s.109):

- ❖ Öğrenciler fen sınıflarına çoğu doğal olgular hakkında çeşitli kavram yanlışları ile gelirler. Bu kavramlar, bilimsel açıklamalardan farklılık gösterirler ve öğrenciler tarafından olayları değişik yollarla açıklamak için kullanılırlar.
- ❖ Kavram yanlışları cinsiyet, yaş, yetenek ve kültürel yaşantıdan bağımsız olarak ortaya çıkabilir. Bu yanlışlar öğrenciler için vazgeçilemezdir ve genellikle geleneksel öğretim yöntemleri ile değiştirilemez. Kavram yanlışları, eski bilim adamlarının veya filozofların kavramları ile genellikle paralellik gösterirler.
- ❖ Bilimsel ortaklığa uygun düşen kavramların öğretilmesini kolaylaştırmada başarılı olan ve özellikle kavramsal değişimi sağlamak amacıyla öğretim stratejileri geliştirilmiştir. Fakat bu stratejiler bazı olguların öğretiminde, öğretim süresince her zaman umulan bilişsel değişiklikleri sağlamazlar. Kavram yanlışları, öğrenciler testlerdeki soruları doğru cevaplasalar bile kendini muhafaza edebilirler.
- ❖ Bilimsel kavramlar, öğrencilerin bu kavramları hemen anladıkları farz edilerek sunulur. Bununla birlikte öğrencilerin kavram yanlışları ile öğretim sürecinde sunulan kavramlar, birbirlerini öğretim süresince karşılıklı etkileyerek, tahmin edilemeyen şekillerde tasarlanmamış öğrenme çıktıları ortaya çıkarırlar.
- ❖ Öğrenciler aynı zamanda bazı olgular için çelişkili kavramlar geliştirirler. Öğrenciler bu kavramlarını, fen sınıflarında sorularına verdikleri cevaplarla ve sınıf dışındaki günlük hayatlarında meydana gelen olguları açıklayarak sergilerler.
- ❖ Fen öğretimindeki gelişmelere rağmen, çoğu yetişkin ve fen öğretmenleri de öğrenciler gibi aynı kavram yanlışlarına sahiptir.
- ❖ Kavram yanlışları, kaynaklarını öğrencilerin bireysel deneyimlerine ait karmaşık yaşantılarından alırlar. Bu olay, öğrencilerin edindikleri gözlemler, sahip oldukları kültür, kullandıkları dil ve aldıkları formal fen eğitimi ile bağlantılıdır. Her öğrencinin yaşantısı farklıdır ve bu nedenle her öğrencinin kavram yanlışlığı, diğer öğrencilerinkinden farklıdır.

1.2.4.Kavram Yanlışlarının Çeşitleri

Committee on Undergraduate (Education Committee on Undergraduate Education; Clement;'den aktaran Yağbasan ve Gülçiçek, 2003, s.110) kavram yanlışlarını aşağıdaki gibi sınıflandırmıştır:

- ❖ Deneyimsiz kanılar, günlük hayat tecrübelerinde popüler şekilde kök salmış kavramları oluşturur. Örnek olarak, çoğu kişi yerin altındaki suların akış şeklinin, yeryüzündeki akarsular gibi olduğuna inanmaktadır. Bu şekildeki kanılar, “ısı”, “enerji”, ve “yerçekimi” kavramlarında da yaygındır.
- ❖ Bilimsel olmayan inançlar, farklı bakış açılarını kapsar ve öğrenciler tarafından bilimsel eğitimden farklı uydurma kaynaklardan öğrenilir. Örnek olarak, bazı öğrenciler uydurma öğretilerle yeryüzünün oluşumu ve yaşam formlarının meydana gelmesi ile ilgili bilimsel olmayan kavramlar geliştirirler.

- ❖ Kavramsal yanlış anlamalar, bilimsel bilgilerin, öğrencilerin zihinlerinde paradokslara engel olacak bir düzende yapılamaması sonucu kendilerini gösterirler. Öğrenciler, bu karışıklıklarla bir çözüm üretmek amacıyla yanlış ve zayıf modeller geliştirirler. Bunun bir sonucu olarak, öğrenciler, kavramlar hakkında kuşku duyarlar.
- ❖ Gerçek kavram yanlışları küçük yaşlarda öğrenilir ve yetişkinlik çağına kadar kendini muhafaza eder. Örnek olarak “aynı yere iki kere yıldırım düşmez” ifadesi açıkça yanlıştır ama bu yanlış benimseme, öğrencilerin ve öğretmenlerin bilgi birikimlerinde yer almaktadır.
- ❖ Kullanım dilinden kaynaklanan kavram yanlışları, bir kelimenin günlük hayatta bir anlamda, fen bilimleri literatüründe başka bir anlamda kullanılması sonucu artış gösterir. Örnek olarak “iş” terimi fizik sınıflarında “Newton” olarak ölçülen bir kuvvet ile bu kuvvetin sağladığı hareket doğrultusunda metre ile ölçülen uzaklığın çarpımını ifade eder. Bir fizik sınıfında, öğrenciler tarafından işin tanımı yapılırken çok sayıda ve birbirinden farklı tanımlar ortaya çıkmaktadır. Güç kavramı da bu örneğe benzer bir durum teşkil eder.

Diğer bir sınıflama da Esler ve Esler (Esler ve Esler’den aktaran Efe, 2007) tarafından yapılmıştır. Bu araştırmacılar, çocukların sahip olduğu kavram hatalarının genelde iki alt başlık altında incelenebileceğini savunmaktadırlar. Bunlar olgusal kavram hataları ve kelimelere dayalı kavram hatalarıdır.

- ❖ **Olgusal kavram hataları:** Doğal olguların çocuklar tarafından yanlış yorumlanmasıdır. Örneğin; “Ağır objeler daima batır ve hafif olanlar daima yüzer.” veya “Dünya, aslında düz bir yüzeye sahiptir.” düşünceleri örnek olarak verilebilir.
- ❖ **Kelimelere dayalı kavram hataları:** Çocukların sınırlı deneyimleri sonucu ortaya çıkarlar. Örneğin, çocuklar hayvan sözcüğünü duyduklarında kediler, köpekler, tavşanlar, kuşlar ve diğer benzer hayvanlar aklına gelir. Ancak, ilköğretim düzeyinde, “hayvan” kavramıyla bitkiler dışında yaşayan her şey kastedilmektedir. Öğretmen böceklerden veya insanlardan da hayvan olarak bahsettiğinde çocukların kafaları karışır.

1.2.5.Kavram Yanlışlarının Giderilmesi

Öğretmenler genellikle, öğrencilerinin zihnini boş bir yazı tahtası olarak düşünür ve bu içi boş tahtayı doldurmak için emek harcar. Ancak öğretmenlerin düşündüğü gibi bu tahtalar boş değildir. Öğrencilerin zihninde bazı önyargılar ve bilgiler vardır. Bu önyargılar ve bilgiler, bilimsel kavramların öğrencilere kazandırılmasına engel olur. Hatta öğretmenler, bilgili öğrencileri dikkate aldıklarında, öğrencilerin doğal dünyaya ait kavramları kendilerinin kolayca değiştirebileceklerini düşünürler (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003).

Kavram yanlışlarını düzeltebilmenin ilk şartı onların belirlenmesidir. Literatürde yaygın bir şekilde karşılaşılan kavram yanlışlarının listelerini bulmak mümkündür. Araştırmacılar kavram yanlışlarını teşhis etmemizi sağlayan kavramsal testler de geliştirmiştir. Ayrıca öğrencilerin kavram yanlışlarını belirlemek için küçük grup tartışmaları kullanılabilir. Öğrencilerdeki bu

yanılgılar çoğunlukla derinlere işlemiş ve büyük ölçüde açıklanmamıştır. Bazen öğrenciler bu yanılgıları güçlü bir şekilde savunmaktadır. Bir öğretmen kavram öğretiminde etkili olabilmek için öğrencilerin değişmeye karşı direncini küçük görmemelidir (Yılmaz, 2010).

Kendi yanılgılarının farkında olan öğrenciler kavram yanılgılarının üstesinden daha kolay gelirler. Bunu sağlayabilmek için öğretmen, öğrencilerin kavramlarını sözlü olarak ifade edebilecekleri bir sınıf ortamı sağlamalıdır. Öğrenciler böyle bir sınıf ortamında yanlış kavramları ile karşı karşıya gelebilirler. Bu ise kavram yanılgılarının aydınlatılması ve giderilmesi açısından oldukça önemlidir (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003). Bilimsel olarak doğruluğu kabul edilen kavramları kabul etmeden önce öğrenciler kendi inançları ile birlikte ilgili paradoksları ve sınırlamalarıyla yüz yüze gelmelidir. Sonrasında gösterilmekte olan bilimsel modeli anlamak için gerekli olan bilgiyi yeniden oluşturabilir. Bu süreç öğretmenin;

- ❖ Öğrencilerin kavram yanılgılarını belirlemesini,
- ❖ Öğrencilerin kendi kavram yanılgılarıyla yüz yüze kalmaları için bir tartışma ortamı sağlamasını,
- ❖ Öğrencilere bilimsel modellere dayanan bilgiyi yeniden organize etmesi ve özümsemesi için yardım etmesini gerektirir (Aydın, 2007).

Öğrencilere yeni bilgiler sunmadan önce öğretmenin öğrencinin sahip olduğu bilgileri ve kavram yanılgılarını ortaya çıkarması çok önemlidir. Bu yapılmadığı takdirde öğrenci zihnindeki birçok yanılgının üzerine yeni kavramlar eklemeye çalışacaktır. Bu durum öğrencinin zihninde karmaşıklığa yol açacak ve sahip olduğu kavram yanılgılarının artmasına neden olacaktır (Önen, 2005). Öğretmenler öğrencilerin kavram yanılgılarını ortaya çıkartmak için onların yanılgılarla ilgili olarak konuşmalarını sağlamalıdır. Öğretmen öğrencilerin dikkatini kavram yanılgılarına çekmeli ve tartışma ortamı oluşturmalıdır.

Kavramsal değişiminin sağlanabilmesi için dört stratejinin yerine getirilmesi gerekir: İlk olarak, öğrenci kendi bilgilerinin karşılaştığı bir problem durumunun çözümünde yetersiz kaldığını hissetmelidir. Öğrenci bu sayede yeni bilgiyi sorgulamak isteyecektir. İkinci olarak, öğrenci yeni bilgiyi kavranabilir bulmalıdır. Üçüncü olarak öğrenci yavaş yavaş yeni bilgiyi kavradıkça bu bilginin daha mantıklı olduğunu ve daha önce karşılaştığı problemlerde bu yeni bilginin çözümü kolaylaştıracağına inanmalıdır. Son olarak, yeni bilgi öğrencinin daha sonra karşılaşacağı problemlerin çözümünde de kolaylık sağlamalıdır (Yılmaz, Tekkaya, Geban ve Özden'den aktaran Yağbasan ve Gülçiçek, 2003).

Öğrencilerin doğal olaylara dayalı kavram yanlışları üzerine yapılan son çalışmalara göre öğrencinin zihnindeki yanlış bilgiler öğrencinin karşılaşmış olduğu problem durumunu açıklıyorsa bu kavram yanlışlarını gidermek çok zordur. Bu kavram yanlışları ısrarla öğrencinin zihninde kalmaya devam edecek ve öğrencinin yeni bilimsel kavramları öğrenmesini engelleyecektir. Kavram yanlışlarının giderilmesi öğretmen ve öğrenci için hiç de kolay değildir. Bu nedenle öğretmenlere önemli görevler düşmektedir (Karakuyu, 2006). Kavram yanlışlarının giderilmesi için yapılan çalışmalar ışığında öğretmenlere aşağıdaki öneriler sunulabilir (Aydın, 2007; Coştu vd., 2007; Karakuyu;2006):

- ❖ Konu hakkındaki yaygın kavram yanlışları önceden tahmin edilmeli ya da araştırılmalı, bu yanlışlar öğrencilerle paylaşarak üzerinde tartışılmalıdır.
- ❖ Sınıf içinde yapılan tartışmalarda öğrencileri kendi kavramsal yapılarını test etmeleri teşvik edilmelidir.
- ❖ Konu ile ilgili görsel nitelik taşıyan deneyler tasarlanmalı, yanlışları gidermeye yönelik animasyon, simülasyon ve modellerden yararlanılmalıdır.
- ❖ Sık sık yaygın kavram yanlışları gözden geçirilmeli ve öğrencilerde önceden belirlenmiş olan yanlışlar gündeme getirilerek üzerinde tartışılmalıdır.
- ❖ Öğrencilerin bilimsel tanımına uygun olarak edindiği kavramların geçerliliği düzenli aralıklarla kontrol edilerek bu kavramlar pekiştirilmelidir.
- ❖ Öğretmenler konu anlatımı esnasında öğrencilerde yanlışlara neden olacak ifadelerden kaçınmalıdır.
- ❖ Kavramla ilgili yeterince örnek incelenmeli, öğrencilerin gereğinden az veya fazla genelleme yapmasını engellenmelidir.

Kavram yanlışlarının giderilmesinde genel olarak çoklu zekâ kuramı, anlamlı öğrenme, yapılandırmacı öğrenme kuramı, kavram haritaları, anlam çözümleme tabloları, kavram ağları, zihin haritaları, kavramsal değişim metinleri, çalışma yaprakları, bilgisayar destekli öğretim, analogiler (benzetmeler) ve metaforlar (mecazlar) en çok tercih edilen yöntem ve stratejiler arasında yer almaktadır. Posner, Strike, Hewson ve Gertzog (1982) ise kavram yanlışlarının giderilmesi için kavramsal değişim modelini ortaya atmışlardır.

1.2.6.Öğrencilerin Kavramlarla İlgili Ön Bilgi ve Yanlışlarının Belirlenmesi

Kavram yanlışlarının giderilmesi için öncelikle öğrencilerde var olan kavram yanlışlarının belirlenmesi gerekir. Öğrencilerin var olan kavram yanlışlarını belirlemede çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemleri Çepni (2011) aşağıdaki gibi açıklamıştır:

- ❖ **Tahmin-Gözlem-Açıklama:** Literatürde POE (Prediction-Observation-Explanation) veya TGA (Tahmin-Gözlem-Açıklama) yöntemi olarak bilinir. Bu yöntemin kullanılışında, POE için seçilen örnek ilk önce öğrenciye teorik olarak yapılan açıklama ile anlatılır. Sonra öğrencinin bu konuyla ilgili tahminde bulunması istenir. Daha sonra olay öğrencinin gözü önünde gerçekleştirilir ve gözlem yapması sağlanır. Gözlem bittikten sonra ise, önceki tahmini ile gözlemleri arasındaki farklılığı (veya benzerliği) açıklaması istenir.
- ❖ **Olaylar veya Durumlar Hakkında Görüşme:** Küçük kartlar üzerine bir olay veya durumu anlatan çizimler yapılır, sonra bu şekiller öğrencilere gösterilir ve incelemeleri istenir. Daha sonra da olay veya durumla ilgili öğrencilere sorular yöneltilir. Görüşme için, sağlıklı bilgiler alınabilecek kendini ifade etme becerisi gelişmiş öğrencilerin seçilir. Ancak sadece başarılı öğrencileri seçmek de doğru değildir. Bu gerçek, durumu tam olarak yansıtmaz ve elde edilen verilerin sağlıklı olmasını engeller.
- ❖ **Kavramlar Hakkında Görüşme:** Bireyin kavramla ilgili sahip olduğu bilgileri ortaya çıkarmak için düzenlenmiş karşılıklı konuşmalardır. Amaç, bireyin kavramla ilgili zihninde var olan bilgilerinin ortaya çıkartılmasıdır.
- ❖ **Çizimler:** Çizimler sayesinde öğrencinin gizli kalmış bilgi ve inanışları kelime sınırlamaları olmadan ortaya çıkartılır. Çizimler öğrencinin aklından geçenlerin ve anlama düzeyinin ortaya çıkarılmasında son derece etkilidir. Çizimlerle ilgili en önemli zorluk çizimlerin yorumlanması, en önemli avantajı ise öğrenciye “bir şeyin şeklini çizin” denilerek uygulanabilmesidir.
- ❖ **Kelimeleri İlişkilendirme:** Bu teknik kavramların anlaşılıp anlaşılmadığını ölçmek amacıyla kullanılabilirdiği gibi aynı zamanda bilimleri, durumları ve hatta insanları anlamak amacıyla da kullanılabilir. İnsanların konuyu tam olarak anlayıp anlamadıkları anahtar kelimelere verdikleri cevapların sayısına ve çeşidine göre yorumlanabilir.

Yukarıda incelediğimiz yöntemlerin yanında kavram yanlışlarını belirlemede mülakatlar ve testlerden de yararlanılmaktadır. Bu yöntemler de aşağıda kısaca açıklanmıştır:

- ❖ **Mülakatlar:** Mülakat, kişilerin belli bir konuda duygu ve düşüncelerini ortaya çıkartma etkinliği olarak tanımlanabilir (Sönmez ve Alacapınar, 2011). Mülakat yöntemi yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış olmak üzere üç şekilde yapılabilir. Yapılandırılmış mülakatta mülakat soruları önceden hazırlanır ve mülakatı yapan kişi sıkı sıkıya bu sorulara bağlı kalmak zorundadır. Yarı yapılandırılmış mülakatta da önceden

hazırlanmış sorular olmasına rağmen mülakatı yapan kişi kaynak kişinin cevaplarına göre başka sorular da sorabilir. Yapılandırılmamış mülakatta ise mülakatı yapan kişi büyük bir hareket serbestliğine sahiptir ve açık uçlu sorular sorup gelen dönüte uygun olarak yeni sorular sorma imkânı bulur (Aydoğdu ve Kesercioğlu, 2005).

Mülakat yöntemi kavram yanılgılarını belirlemede oldukça etkili bir yöntemdir. Ancak maliyet, zaman, olası yanlışlık, kayıtlı veya yazılı bilgileri kullanamama, zaman ayırma güçlüğü, gizliliğin ortadan kalkması, soru standardının olmayışı ve bireylere ulaşma güçlüğü gibi zorlukları da vardır (Bailey'den aktaran Yıldırım ve Şimşek, 2008).

- ❖ **Testler:** Testler kısa cevap gerektiren testler, sınıflama gerektiren testler, çoktan seçmeli testler, iki aşamalı testler ve açık uçlu testler olmak üzere beş grup altında toplanabilir. Bunların içinde en çok kullanılan çoktan seçmeli testlerdir.

Çoktan seçmeli bir test maddesinde soruyla birlikte, sorunun cevabı olabilecek seçenekler de sunulur. Öğrencilerin sunulan seçeneklerden doğru olanı bulup işaretlemeleri beklenir (Tan ve Erdoğan, 2001). Seçmeli testler öğrencilerin kavram anlama düzeylerini belirlemede sıkça kullanılmaktadır (Treagust, 1988). Çok sayıda öğrenciye uygulanabilmesi, çok sayıda soru sorulabilmesi, kısa zaman gerektirmesi, uygulama, puanlama ve analiz konusundaki kolaylıkları nedeni ile öğrencilerin anlama seviyelerini ölçmede etkin bir araçtır. Öğrenciye sunulan seçeneklerin içinde doğru seçeneğin yanında, konu ile ilgili literatürde rastlanan kavram hataları da sunularak öğrencinin varsa yanlış algılamaları tespit edilmeye çalışılır (Aydoğdu ve Kesercioğlu, 2005).

Araştırmacılar öğrencilerin kavram yanılgılarını belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmalarda çoktan seçmeli testleri sıkça kullanmaktadır. Bu test metodunun olumsuz yanı öğrencilerin muhakeme yapmasına yönelik herhangi bir içeriğe sahip olmamasıdır. Çoktan seçmeli testlere ikinci bir aşamanın ilave edildiği iki aşamalı testler, öğrencilerin muhtemel yanılgılarının nedeniyle ilgili verilerin elde edilmesini sağlamaktadır. (Karataş, Köse ve Coştu, 2003).

- ❖ **İki Aşamalı Teşhis Testleri:** İki aşamalı teşhis testleri, çoktan seçmeli testlerin olumlu yönlerini taşımakla birlikte olumsuz yönlerini en aza indiren testlerdir. Son yıllarda bir çok araştırmacı tarafından fen bilimlerinin farklı alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Tan, Goh, Chia and Treagust; Voska and Heikkinen, 2000; Tyson, Treagust and Bucat, 1999; Mann and Treagust, 1998; Odom and Barrow, 1995; Garnett and Treagust, 1992; P; Haslam and Treagust, 1987; Çakır ve Aldemir, 2011; Şahin ve Çepni, 2011; Karataş vd., 2003).

İki aşamalı testler öğrencilerde var olan kavram yanlışlarını çok zaman gerektirmeden ve ekonomik olarak teşhis etmek için geçerli ve güvenilir bir yöntem sağlamıştır (Çakır ve Aldemir, 2011).

Çizelge 1.1. İki Aşamalı Testlerin Türleri ve İçerikleri (Karataş vd., 2003)

İki aşamalı testlerin türleri	I. Aşama	II. Aşama
1.Çoktan seçmeli iki aşamalı testler	Çoktan seçmeli	Çoktan seçmeli (+Açık uçlu)
2.Sınıflama gerektiren iki aşamalı testler	Doğru-Yanlış	Çoktan seçmeli (+Açık uçlu)
3.Açık uçlu iki aşamalı testler	Çoktan seçmeli	Açık uçlu

Çizelge 1.1’de görüldüğü gibi bu testlerin çeşitli şekilleri bulunmaktadır. Bu testlerin ilk kısmı bildiğimiz çoktan seçmeli ve sınıflama gerektiren testlerle aynıdır. Yani, kök denilen bir soru maddesi ya da bilgi önermesi, onu takip eden çeşitli adette cevap seçenekleri ve bu seçenekler arasında çeldiriciler ile doğru cevap şıkkı bulunmaktadır. İki aşamalı testleri çoktan seçmeli testlerden ayıran onun ikinci kısmıdır. Bu bölümde, öğrencinin ilk aşamada işaretlediği seçeneği, işaretleme gerekçesini belirtmesi istenmektedir. Testin ikinci aşaması, literatür incelemesi ya da mülakatlardan elde edilen bulgulara bağlı olarak belirlenen öğrenci yanlışlarını içeren çoktan seçmeli veya bir şıkkı açık uçlu-çoktan seçmeli bir form da olabilmektedir. Ayrıca bu ikinci bölüm, öğrencilerin muhakeme yeteneğini daha iyi ölçebilmek ve daha önce belirlenen yanlışlardan farklı alternatif kavramların olup olmadığını tespit edebilmek amacıyla açık uçlu bir yapıda da düzenlenebilmektedir (Mann and Treagust; Voska and Heikkinen’den aktaran Karataş, vd., 2003).

Daha önce kısaca anlattığımız mülakatların sınırlılıklarını çoktan seçmeli testlerin kapattığı ifadelerine yer veren araştırmacılar, muhtemel yanlışların kökeniyle ilgili bilgi edinilmesini sağlayacak iki aşamalı testteki ikinci aşamanın, öğrencilerin muhakeme yapmasına imkân sağladığını belirtmektedirler. Güvenilir ve geçerli standart iki aşamalı testler, öğrencilerin var olan kavram yanlışlarını ve bunların olası nedenlerini belirlemede büyük kolaylıklar sağlamaktadır (Karataş vd., 2003).

❖ **İki Aşamalı Testlerin Geliştirilmesi:** İki aşamalı testleri eğitim araştırmalarına kazandıran Treagust, bu testlerin geliştirilmesi için, *içeriğin belirlenmesi, öğrencilerin*

yanlış anlamaları hakkında bilgi edinilmesi ve teşhis testinin geliştirilmesi adlı üç ana aşama altında toplam on basamaktan oluşan bir yöntem önerisinde bulunmuştur (Treagust'tan aktaran Karataş vd., 2003). Treagust'un önerisini temel alan Karataş vd. (2003, s.59) iki aşamalı testlerin geliştirilmesinde aşağıdaki adımların takip edilmesini önermişlerdir:

İçeriğin belirlenmesi, testin geliştirileceği konu ya da kavramların sınırlarının çizilmesi şeklinde anlaşılmalıdır. Bu aşama, başarı testlerinin ve Tamir'in belirttiği geleneksel kavram testlerinin geliştirilmesiyle benzer esasları içermektedir. Bu aşama dahilinde aşağıdaki adımlar izlenebilir:

1. Adım: Konuyla ilgili bilgi önermelerinin belirlenmesi,

Bu adımda konuyla ilgili, ders kitaplarında, yardımcı kitaplarda ve müfredatta var olan bilgilere bağlı olarak çok sayıda önerme yazılır. Bu önermeler ilgili konu veya kavramın bütün yönlerini içermelidir.

2. Adım: Konu içeriğiyle ilgili kavram haritasının geliştirilmesi,

Konuyla ilgili bütün kavramlar ve onların birbirleriyle ilişkilerini gösteren kapsamlı bir kavram haritası hazırlanır. Bu ilk iki adım, belirlenen konu ya da kavram hakkında araştırmacıya etraflı düşünme ve konunun doğasını anlama fırsatı tanımaktadır.

3. Adım: Bilgi önermelerinin kavram haritalarıyla ilişkilendirilip, haritaya dâhil edilmesi,

Kavram haritası ve bilgi önermeleri birbiriyle doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle, bu iki yapının birbiriyle örtüşmesi, hazırlanacak testin iç tutarlığı için bir nevi kontrol mekanizması görevi görür.

4. Adım: Kapsam geçerliğinin sağlanması,

Bu aşamada bilgi önermeleri ve hazırlanan kavram haritası fen eğitimcileri, alan uzmanları ve ders öğretmenlerinden oluşan bir komisyona gösterilerek düzensizlikler ya da çelişkilerden ayıklanır, önermelerin bilimsel doğruluğu kanıtlanır, kavram haritası ve bilgi önermeleri yeniden düzenlenir. Yapılan bu incelemelerle konuyla ve kavramlarla doğrudan ilişkili olmayan önermeler çıkarılıp, listede yer almayan önerme ve kavramlar eklenerek kapsam geçerliği sağlanmış olur.

Öğrencilerin Yanlış Anlamaları Hakkında Bilgi Edinilmesi, Bu aşamada, öğrencilerin kavram yanlışlarını ölçecek testin geliştirilmesi için öğrenci yanlışları hakkında çeşitli şekilde bilgi toplanarak, Tamir'in belirttiği yapıda çoktan seçmeli bir kavram testi hazırlanır.

5. Adım: İlgili literatürün incelenmesi,

Bu adımda konuyla ilgili literatür incelenerek öğrencilerde var olan kavram yanlışlarının belirlenmesi sağlanır. Yapılan incelemeden elde edilen veriler, hem testin geliştirilmesinde hem de bir sonraki adımda yürütülecek yarı yapılandırılmış ya da yapılandırılmamış mülakat sorularının oluşturulmasında kullanılır.

6. Adım: Yapılandırılmamış öğrenci mülakatlarının gerçekleştirilmesi,

Bu adımda öğrenci anlamaları hakkında kapsamlı bir bakış açısı kazanmak ve spesifik öğrenci kavramlarını belirlemek için konu veya kavramların işlendiği öğrencilerle yapılandırılmamış mülakatlar yapılmalıdır. Yapılan bu mülakatların teyp yardımıyla kaydedilmesi daha sağlıklı sonuçların elde edilmesini sağlayabilir. Bu aşamada öğrencilerdeki yaygın kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak için açık uçlu sorularından oluşan bir test de kullanılabilir.

7. Adım: Gerekçe kısmı açık uçlu olan çoktan seçmeli test maddelerinin geliştirilmesi,

Yapılan literatür taramasının, yapılandırılmamış mülakatların ve/veya uygulanan açık uçlu soruların analizleri sonucunda tespit edilen yaygın ve spesifik kavram yanlışlarından çoktan seçmeli sorular ve çeldiriciler geliştirilir. Konuyla ilgili çoktan seçmeli sorular, rastlanan yanlışları ortaya çıkarmak amacıyla, her bir soruya bir kısım önermenin yerleştirilmesiyle oluşturulur. Ayrıca çeldirici seçeneklerine o önerme ile ilgili rastlanan yaygın yanlışlar yerleştirilir. Her bir çoktan seçmeli sorudan sonra "çünkü" veya "sebebinizi açıklayınız" şeklinde bir ifade yazılarak öğrencilerin seçtikleri şıkkın gerekçelerini vermeleri için bir boşluk bırakılır. Daha sonra test bu haliyle öğrencilere dağıtılır. Ancak test öğrencilere dağıtılmadan önce hazırlanan soru köklerinin ve cevap şıklarının, ifade açıklığını ve bilimsel bilgilerle tutarlılığını kesinleştirmek için fen eğitimcileri ve alan uzmanlarına inelettilmesinin faydalı olacağına inanılmaktadır.

Teşhis Testinin Geliştirilmesi, Teşhis testinin geliştirilmesi için 7. adımda hazırlanan çoktan seçmeli testin uygulanması iki aşamalı testin ilk aşaması için bir nevi pilot çalışma sayılabilir. Yapılan bu uygulamadan sonra çoktan seçmeli sorularda gerekli değişiklikler yapılarak testin ikinci aşamasının geliştirilmesine geçilir.

8. Adım: İki aşamalı teşhis testinin geliştirilmesi,

Gerekçe kısmının açık uçlu yapıda olduğu testlerin uygulanması sonucu belirlenen öğrenci açıklamalarından da yararlanılarak testin ikinci aşaması da çoktan seçmeli olarak düzenlenir. İkinci aşamadaki her bir gerekçe seçeneği, doğru cevap yanında, öğrencilerin sahip oldukları yaygın kavram yanlışlarını içermelidir.

9. Adım: Belirtke tablosunun oluşturulması,

Geliştirilen iki aşamalı testi oluşturan soruların her birinin hangi bilgi önermelerini ve kavram haritasındaki hangi kavramları içerdiğini gösteren bir belirtke tablosu oluşturulması gerekir. Böylece açıkta kalan bilgi önermeleri veya kavramların olup olmadığı ve sorular içine düzenli bir şekilde dağıtılıp dağıtılmadıkları kontrol edilmiş olur.

10. Adım: Düzenlemelerin devam ettirilmesi.

Bu haliyle geliştirilen test spesifik ve yaygın kavram yanlışlarının belirlenmesi için kullanılmadan önce fen eğitimcilerine, alan uzmanlarına ve branş öğretmenlerine inceletirilip, pilot çalışmanın uygulanmasına geçilir. Yapılan pilot çalışmayla testin madde analizi gerçekleştirilip güvenilirliği hesaplanır. Elde edilen bu sonuçlardan yararlanılarak test üzerinde gerekli düzenlemeler yapılır. Son hali verilen test farklı gruplara uygulanarak sürekli geliştirilir ve herkesin kullanımı için standart bir hale dönüştürülür (Karataş vd., 2003, s.59).

Literatürde yer alan iki aşamalı testler incelendiğinde; genellikle testlerin ilk aşamasında standart olmayan iki veya üç seçenek bulunmaktadır. Bu seçeneklerde de çoğunlukla öğrencilerin yanlışlı oldukları durumlar yerine soru ile ilgili Evet-Hayır, Artar-Azalı-Değişmez gibi seçenekler yer almaktadır. Testin ikinci aşamasında ise öğrencilerin yanlışlı oldukları durumlar literatürden elde edilen bulgularla sınırlandırılan çeldiricilerden oluşmaktadır. Üç aşamalı testlerde ise bu iki aşamaya ek olarak, ikinci aşamada işaretlenen ya da yazılan cevaptan emin olunup olunmadığı sorulmaktadır (Şahin ve Çepni, 2011).

1.3.Kavramsal Değişim Yaklaşımı

Öğrenciler, okul öncesi yaşantılarında kazanmış oldukları kavram yanlışları ile öğretim ortamına gelmektedir. Öğretim ortamında öğrencilerin sahip olduğu bu kavram yanlışlarını gidermek çok zordur. Öğrenciler genellikle daha önceki yaşantılarında kazanmış oldukları kavramsal yapının değişmesine karşı direnç gösterirler. Öğrencilerin kavram yanlışları, onların zihinlerinde o kadar kökleşmiştir ki geleneksel öğretim yöntemleriyle bu kavram yanlışlarının giderilmesi oldukça zordur (Wandersee, Mintzes and Novak, 1994; Tytler, 2002, Saigo, 1999, Hewson and Hewson, 1984, Stavy, 1991; Ayas, Çepni ve Akdeniz, 1993; Çepni, 1997; Karamustafaoğlu, 2003; Posner, Strike, Hewson and Gertzog, 1982; Novak, 2002; Dykstra et al., 1992; McDermot and Shaffer, 1992).

Çok küçük yaşlardan itibaren informal olarak doğal çevresiyle etkileşim içerisinde olan birey, bu etkileşimin ve deneyimlerinin sonucu olarak kökleri çok derin bilgiler kazanır (Akgün, 2005). Bu bilgilerin içerisinde yanlışlar da yer almaktadır. Bu yanlışları değiştirerek onları bilimsel olarak kabul edilen anlamalara dönüştürecek öğretim stratejileri ve bu yönde yapılan araştırmalar

literatürde “*kavramsal değişim*” olarak adlandırılmaktadır (Akbal, 2009). Yapılandırmacı kuramı temel alan kavramsal değişimde öğrencilerin ön bilgileri önemlidir. Çünkü öğrenciler yeni bilgilerini ön bilgilere dayalı olarak oluşturur.

Literatürde birçok araştırmacı kavramsal değişimi tanımlamaya çalışmıştır. Wang ve Andre'ye göre; kavramsal değişim yaklaşımı öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının bilimsel olarak kabul edilen bilgilere dönüştürülmesinde (kavramsal değişim sürecinde) öğrencileri cesaretlendiren alternatif bir yaklaşımdır. Vosniadou kavramsal değişimi, öğrencilerin mevcut bilişsel yapılarını kullanarak yeni kavramları yapılandırmalarını sağlayan bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Wang ve Andre'den; Vosniadou'dan aktaran Tokatlı, 2010). Mortimer, Vosniadou'nun bu tanımını eleştirmiştir. Çünkü Mortimer'e göre farklı alanlarda ve konularda farklı düşünce yolları mümkündür. Bir anlamın yapılandırılması süreci her zaman önceki kavramsal yapının üzerinde ve onunla ilişkili olarak gerçekleşmeyebilir. Bazen bir anlamın yapılandırılması önceki kavramsal yapıdan bağımsız olarak da gerçekleşebilir. Chi ve Roscoe kavramsal değişimi, kavram yanlışlarının düzeltilmesi olarak tanımlamaktadırlar (Mortimer'den; Chi ve Roscoe'dan aktaran Akbal, 2009).

Hynd, Alverman ve Qian (1997) ise kavramsal değişimi, öğrencilerin sonraki öğrenme durumlarının organize edilmesini sağlayan temel kavramlardaki değişim ya da düzenleme süreci olarak tanımlamıştır.

Disessa kavramsal değişimi öğrencilerin zihinlerindeki karmaşık bilgilerin yeniden organizasyonu şeklinde tanımlarken; Bahar, mevcut kavramların yeni kavramlarla ilişkilendirilmesi için tekrar zihne yerleştirilmesi olarak tanımlamaktadır (Disessa'dan; Bahar'dan aktaran Çobanoğlu ve Bektaş, 2012).

Smith ve Blakeslee kavramsal değişim sürecini, “kavram yanlışlarının giderilmesi ve anlamlı öğrenmenin gerçekleştirilmesi için, mevcut bilgilerin gözden geçirilmesi ve yeni bilgilerle uyum sağlamak amacıyla yanlış bilgilerin değiştirilmesi” olarak tanımlamışlardır (Smith and Blakeslee'den aktaran Çaycı, 2007).

Kavramsal değişim, kişinin eski bilgilerindeki köklü değişimler olarak tanımlanabilir. Ancak, bu köklü değişimlerin ani bir şekilde ortaya çıkması beklenemez. Kavramsal değişim yavaş yavaş ve kademeli bir şekilde gerçekleşir. Öğrencinin, karşılaştığı yeni bir kavramı hemen açık ve anlaşılır bir şekilde anlaması ve kabul etmesi çok zordur (Aydın, 2007).

Wang ve Andre'ye göre de kavramsal değişim yaklaşımı Piaget'nin özümleme, düzenleme ve dengesizlik ilkelerine dayanmaktadır (Wang ve Andre'den aktaran Öner Armağan, 2011). Piaget'e göre öğrenme süreci özümleme ve düzenleme olmak üzere iki aşamadan oluşur. Özümlemde yeni kavramlar eski kavramlar yardımı ile açıklanır. Düzenleme ise eski kavramların yeni kavramları açıklayamadığı durumlarda, eski kavramların da değişip ve şekillenmesidir. Eğer yeni kavramlar, eski kavramlardan yenileri ile çelişenler var ise bunlar reddedilir (Thorely'den aktaran Tokatlı, 2010).

Özümlemde, öğrenciler kendi kavramlarını, yeni kavramları öğrenmek için bir basamak olarak kullanırlar. Düzenlemelerde ise; öğrenci yeni öğreneceği kavramları uygun bir şekilde yapılandırmak için önceki kavramlarını yeniden organize eder ve yapılandırır (Cansüngü Koray ve Bal, 2002).

Kavramsal değişim sürecinde, özellikle bilimsel kavramlarla kavram yanlışlarının değiştirilmesini sağlayan düzenleme basamağına ağırlık verilmelidir. Düzenleme aşamasında yer alması gereken öğretimsel etkinlikler ve aktiviteler, şu özellikleri taşımalıdır (Posner, Strike, Hewson ve Gertzog'dan aktaran Çaycı, 2007, s.43);

- ❖ Öğrencilerde bilişsel karmaşa yaratacak laboratuvar deneyleri, gösteriler (gösteri deneyleri), problemler ve ders anlatımları hazırlanmalı ve geliştirilmelidir. Kavramsal değişimdeki düzenleme basamağının hazırlayıcısı bilişsel karmaşa, diğer adıyla kavram kargaşasıdır. Bunu sağlamanın bir yolu da ev ödevleridir.
- ❖ Öğretmenler zamanlarının büyük bir kısmını, öğrencilerinin yanlış düşüncelerini ve kavram yanlışlarını teşhis etmeye, ayrıca kavram yanlışlarını değiştirme konusunda direnç gösteren öğrencilerin kullandığı savunma mekanizmalarını belirlemeye ayırmalıdır.
- ❖ Düzenleme süreciyle ve kavram yanlışlarıyla ilgili olan çeşitli öğretim stratejileri geliştirilmelidir. Bu stratejiler, öğretmenlerin kavram yanlışlarıyla ilgili kendi düşüncelerini de kapsamalıdır.
- ❖ Fen derslerinin içeriğine; matematiksel, sözel, görsel, somut pratikler gibi durumları kapsayan çoklu ortamların getirdiği avantajlar dahil edilmelidir.
- ❖ Öğrencilerin kavramsal değişim sürecindeki gelişimlerini takip eden, değerlendirme teknikleri geliştirilmelidir.

Kavramsal değişim yaklaşımı ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır (Posner et al.,1982; Hewson and Hewson, 1983; Chi, Slotta and deLeeuw, 1994; Vosniadou and Brewer, 1994). Posner et al., (1982) ile Hewson (1981) kavramsal değişimi epistemolojik yönden; Chi et al., (1994) ile Vosniadou (1994) ise kavramsal değişimi ontolojik yönden ele almaktadırlar (Duit and Treagust, 2003). Kavramsal değişim yaklaşımı Posner et al., (1982) tarafından ortaya atılmıştır. Hewson (1981) ise kavram ifadesine "statü" kavramını ekleyerek kavramsal değişimi, kavramların statülerinin olduğu bir model ile açıklamıştır. Chi et al., (1994) ve Vosniadou, (1994) ise kendi modellerinde aynı olguyu açıklamak üzere farklı terimler kullanmışlardır (Öner Armağan, 2011).

Bu yaklaşımın amacı ve dayandığı ilkeler, Posner tarafından açık bir şekilde dile getirilmiş, daha sonra Strike ve Posner tarafından yeniden düzenlenmiştir (Chambers ve Andre'den; Wang ve Andre'den aktaran Çaycı, 2007). Strike ve Posner kavramsal değişim teorisinin kapsamını, daha ayrıntılı olarak açıklamışlar ve bu teorisin, mevcut kavramların yeniden yapılandırılması için gerekli olan durumların ortaya çıkarılmasına yönelik olduğunu belirtmişlerdir (Strike ve Posner'dan aktaran Aydın, 2007).

Posner et al. ve Hewson'a göre yeni bir kavram iki farklı şekilde yapılandırılır. Bireyin yeni kavram hakkındaki bilgisi kısıtlıysa ya da yeni kavram bireydeki mevcut kavramlarla uyumluysa bu yeni kavram, mevcut kavramlarla birlikte yapılandırılır. Posner et al. bu aşamayı özümleme (assimilation); Hewson, kavramsal kavrama (conceptual capture), Vosniadou, zenginleştirme (enrichment) olarak adlandırmıştır. Fakat öğrencilerin mevcut kavramları, yeni olguları kavramalarında yetersiz kalırsa ya da yeni kavramlar mevcut kavramlarla uyumsuzluk gösterirse, öğrenciler mevcut kavramlarını değiştirme ya da yeniden şekillendirme yoluna giderler. Posner vd. bu aşamayı düzenleme (accommodation); Hewson, kavramsal yer değiştirme (conceptual exchange), Vosniadou, değiştirme (revision) olarak adlandırmıştır (Posner et al.'den; Hewson'dan; Vosniadou'dan aktaran Öner Armağan, 2011).

Posner et al. tarafından geliştirilen kavram değiştirme yöntemi, öğrencilerin ön bilgilerinin olduğunu kabul eder. Anlamlı öğrenmenin başlayabilmesi için, öğrencilerin ön kavramları ile açıklayamayacakları bir durumun ortaya konulmasını önerir. Takip eden süreçlerde, yeni kavramın oluşması için öğrencilere rehberlik edilir (Üce ve Sarıçayır, 2009).

Posner ve arkadaşlarına göre (Posner et al.'den aktaran Sarıay, 2011) fen bilimlerinde kavram değişimi iki temel basamaktan oluşmaktadır: Birinci basamak, öğrencinin var olan bilgileriyle karşılaştığı problemi tanımlamakta, onunla baş etme yöntemlerini ortaya koymakta ve neyin çözüm sayılacağı konusundaki ölçütleri belirlemektedir. İkinci basamak ise bu temel bilgilerin değişikliğe ihtiyacı olduğu noktada başlamaktadır. Bu noktada kişi kendinde var olan bilgileriyle problemi başarıyla çözmede yeterli ve uygun olmadığını fark etmekte, kavramlarını değiştirme ve yeniden düzenleme ihtiyacı duymaktadır.

Kavram yanlışlarını gidermek için gerçekleştirilmesi gereken şartları Posner et al. (1982) dört maddede özetlemiştir (Chambers and Andre, 1997; Smith, Blakeslee and Anderson, 1993; Hewson and Hewson, 1983; Beeth, 1998; Dagher, 1994; Canpolat ve Pınarbaşı, 2002a; Cansüngü Koray ve Bal, 2002; Çaycı, 2007). Çaycı (2007)'ya göre bu şartları aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz:

I. Yetersizlik

Öğrenciler, mevcut kavramlarının yetersiz olduğunu hissetmelidir. Öğrencinin mevcut karşılaştığı bir problemin çözümünde, mevcut bilgilerin yetersiz kaldığını hissetmelidir. Ancak bu sayede öğrencinin kavram yanılgılarını bilimsel kavramlarla değiştirilmesi mümkün olur.

II. Anlaşılabilirlik

Öğrencinin yeni karşılaştığı kavram anlaşılır, kolay ve net olmalıdır. Öğrenci yeni kavramı anlaşılır bulmazsa kabullenme olmayacaktır. Yanlış olan mevcut kavramların doğru ve yeni kavramlarla değiştirilmesinde, yeni kavramların kolayca anlaşılabilir nitelikte olmasının önemi büyüktür.

III. Mantıklılık

Karşılaşılan yeni kavram öğrencilerin sahip olduğu ön kavramlarının neden olduğu problemleri çözüme ulaştıracak nitelikte ve kapasitede olması, ilgili kavramın mantıklılığını belirlemektedir. Ancak bir kavramın mantıklılığını belirleyen tek özellik, zihinde oluşan problemleri çözme kapasitesi değildir. Diğer özellikler şöyle sıralanabilir;

- ❖ Yeni kavram, öğrencinin mevcut kavramlarıyla uyum içerisinde olmalıdır,
- ❖ Yeni kavram, öğrencinin eğitimlerde kazandığı bilgiler ve tecrübelerle uyumluluk göstermelidir,
- ❖ Yeni kavramlar, bireyin zihninde canlandırılabilir nitelikte olmalıdır.

IV. Verimlilik

Verimlilik, hem yeni kavramların problem çözme kapasitesinin, hem de onların yeni alanlara uygulanabilir olmasının birleşimidir. Yapılandırılacak yeni kavramlar, sadece eski kavramların neden olduğu sorunları çözmekle yetinmemeli, aynı zamanda öğrencinin kavram organizasyonunda köklü değişimler yapmalı ve ona yeni bir bakış açısı kazandırmalıdır.

Kavramsal değişimin gerçekleşmesi için gerekli şartlar Shaw tarafından ise aşağıdaki beş aşama ile açıklanmıştır (Ho'dan aktaran Akbal, 2009):

1. Zihni karıştırmak
2. Değişim ihtiyacının farkında olma
3. Değişim için kesin karar
4. Öngörü(Sezme, Önsezi)
5. Düşüncenin yanıtılması

Chiu ve arkadaşlarına göre ise kavramsal değişim oluşması için şu kriterler sağlanmalıdır (Chiu et al.'den aktaran Önen, 2005);

- ❖ Var olan kavramlar kişide tatminsizlik yaratmalıdır,
- ❖ Yeni kavram ilgi çekici olmalıdır,
- ❖ Yeni kavram akla uygun olmalıdır,
- ❖ Yeni program bir araştırma problemi içermelidir.

Hewson ve Hewson, kavramsal değişimi temel alan öğretim stratejilerinin sahip olması gereken nitelikleri şöyle açıklamaktadır (Hewson ve Hewson'dan aktaran Canpolat ve Pınarbaşı, 2002a, s.63):

Birleştirme (Interpration): Mevcut kavramlarla yeni kavramlar ya da mevcut kavramlar birbirleriyle birleştirilmelidir (bağdaştırılmalıdır). Bu, günümüzde fen öğretiminde çok yaygın olan bir öğretim stratejisidir. Burada, öğrencilerin mevcut kavramlarının, öğretmen tarafından öğretilen kavramlar olduğu kabul edilir.

Farklılaştırma (Differentation): Birbirlerinden ayrı fakat aralarında yakın ilişki olan kavramlar daha açık bir şekilde ifade edilerek mevcut kavramlar birbirlerinden farklılaştırılmalıdır. Yani, birbiri ile karıştırılabilecek nitelikteki kavramların, ayrıntılı olarak açıklanması suretiyle öğrencilerde oluşabilecek kavram kargaşasının önüne geçilmelidir.

Değiştirme (Exchange): Yeni kavram yanlış olan mevcut kavramla, yani kavram yanlışlığıyla, değiştirilmelidir. Çünkü birbirine tezat olan iki kavramın her ikisi de mantıklı olamaz. Bu durumun gerçekleşebilmesi için de, mevcut kavramın yetersiz olduğu ve yeni kavramın daha açıklayıcı olduğu öğrenciye hissettirilmelidir.

Kavramsal ilişkilendirme (Conceptual bridging): Soyut kavramların çeşitli deneyimlerle ilişkilendirilebileceği uygun bir ders içeriğinin oluşturulması gerekir. Yani, mümkün olabildiğince somutlaştırma yoluna gidilmelidir.

Kavramsal değişimin amaçlandığı öğretim şeklinde aşağıdaki etkinliklerin yapılması gerektiği önerilmektedir (Posner'dan aktaran Canpolat ve Pınarbaşı, 2002a);

- ❖ Dersler için gösteri deneyleri, problemler ve laboratuvar etkinliklerinin geliştirilmelidir.
- ❖ Öğretmen dersleri planlarken zamanının önemli bir kısmını, öğrencilerin kavram yanlışlıklarını ortaya çıkarılması için ayırmalıdır.
- ❖ Öğrencilerin yanlışlarıyla ilgili olarak, öğretmen kendi düşüncelerini de kapsayacak öğretim stratejilerinin geliştirmelidir.
- ❖ Öğretmen, öğrencilerdeki kavramsal değişim sürecini takip edebileceği değerlendirme teknikleri geliştirmelidir.

Öğrencilerde kavramsal değişiminin meydana gelmesi için öğretmenin sadece bilgilerin sunucusu ve fikirlerin açıklayıcısı konumunda bulunması yeterli değildir. Öğrencilerde, kavramsal değişimin sağlanabilmesi için öğretmenin rolünü Posner et al., şöyle ifade etmektedirler (Posner'dan aktaran Canpolat ve Pınarbaşı, 2002a):

- ❖ Öğrencilere, mevcut bilgilerinin yetersiz kaldığını hissettirecek aktiviteler geliştirmelidir.
- ❖ Öğrencilerin bilimsel düşünceye sahip olmaları konusunda onlara yardımcı olmalıdır.

Beeth ise, kavramsal değişim yaklaşımının ilkelerini içeren bir öğretimde, öğretmenlerin başlıca rollerini şöyle sıralamaktadır (Beeth'den aktaran Çaycı, 2007);

- ❖ Herhangi bir konunun öğretimine geçmeden önce, öğrencilerin o konudaki ön bilgileri ortaya çıkarılmalı,
- ❖ Ortaya çıkarılan bu ön bilgiler öğrencilere açık bir şekilde anlatılmalı,
- ❖ Öğrencilerin ön bilgileri ile bilimsel bilgiler arasındaki çelişkileri ortaya koyulmalı,
- ❖ Bir olguyu açıklamada kullanılan bilimsel bilgilerin kullanılacağı fırsatlar yaratılmalı,
- ❖ Öğrencilerin elde ettiği bilgilerin farklı durumlarda kullanılmasını sağlayacak aktiviteler hazırlanmalı.

Öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarının giderilmesine yardımcı olmak için, Posner ve arkadaşlarının öne sürdüğü kavramsal değişim modelini temel alan birkaç öğretim stratejisi ortaya atılmıştır. Champagne ve arkadaşlarının geliştirdiği ve kavram karşılaştırma (ideational confrontation) adını verdikleri öğretim modeli, Roth tarafından geliştirilen kavramsal değişim yaklaşımını esas alan öğretim modeli ve kavramsal değişim metinleri bunlara örnek olarak verilebilir (Chambers ve Andre'den aktaran Pınarbaşı ve Canpolat, 2002b)

Öğrencilerde, öğretim ortamına gelmeden önce kazanılmış olan kavram yanlışlarının ve öğrenim sırasında ortaya çıkan kavram yanlışlarının giderilmesi için kullanılan en başarılı yöntemlerden birisi Guzzetti, Snyder, Glass and Gamas (1993)'ün analiz ettiği kavramsal değişim metinleridir.

1.3.1.Kavramsal Değişim Metinleri

Kavramsal değişim metinlerini ilk kez Wang ve Andre (1991) geliştirmiştir. Daha sonra Chambers ve Andre (1997) başta olmak üzere birçok araştırmacı bu metinleri geliştirerek kullanmaya devam etmişlerdir.

Posner ve arkadaşlarının (1982) ortaya attığı öğretim modelini temel alan bir öğretim modeli de Roth tarafından geliştirilmiştir. Bu modele göre kavramsal değişimin sağlanması için aşağıdaki basamakların sırasıyla yapılması gerekir;

1. Öncelikle öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışları tespit edilmelidir.
2. Öğrencilerin mevcut kavramlarına dayalı olarak açıklanmaya çalışılacak konular ortaya atılmalı ve bu sayede öğrencilerdeki kavram yanlışları aktif hale getirilmelidir.
3. Konuyla ilgili yaygın kavram yanlışları ve bunların yanlış olduğunu kanıtlayan deliller sunularak öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarını sorgulamaları sağlanmalıdır.
4. Son olarak yanlış kavramların doğru şeklini ifade eden bilimsel açıklamalar yapılmalıdır.

Roth'un ileri sürdüğü bu model kavramsal değişim metnlerinin kullanıldığı çalışmalar tarafından da desteklenmektedir.(Chambers and Andre 1997).

Hynd ve Alvermann, kavramsal değişim metnlerini, bilimsel olarak doğru olan bilgilerle kavram yanlışları arasındaki çelişkileri açık bir şekilde ortaya koyan metinler olarak tanımlamaktadır (Hynd ve Alvermann'dan aktaran Canpolat ve Pınarbaşı, 2002b)

Kavramsal değişim metnlerinde öncelikle öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının farkında olmalarını sağlar. Ardından bu fikirlerin neden yanlış olduğu örnekleri ve gerekçeleri ile açıklanır. Öğrencilere önceki fikirlerinin karşılaştıkları yeni olayları açıklamada yetersiz kaldığı hissettirilir ve bilimsel olarak kabul edilen doğru kavram sunularak kavramsal değişim sağlanır (Guzzetti Snyder and Glass, 1992; Chambers and Andre, 1997).

Kavramsal değişim metnlerinde öğrencilerin ön bilgilerini ve kavram yanlışlarını aktif hale getiren, hem de olayın nasıl gerçekleştiğine dair tahminde bulunmayı sağlayan sorular yer almaktadır (Çaycı, 2007). Bu sorular öğrencilerin mevcut duruma bir açıklık getirmesini ve ön bilgilerinin yeni durumu açıklamadaki yetersizliğini fark etmelerini sağlar.

Daha sonra o konuyla ilgili yaygın kavram yanlışları belirtilerek bu bilgilerin neden yanlış olduğu açıklanır. Böylece öğrenciler, sahip oldukları kavram yanlışlarını sorgularlar ve kendi bilgilerinin yetersizliğini görürler. Ardından konuyla ilgili yeni bilgiler açıklanır, örnekler verilir (Canpolat ve Pınarbaşı, 2002b).

Kavramsal değişim metnlerine öncelikle öğrencilerin sahip olabilecekleri yaygın kavram yanlışları yazılır. Sonra öğrencilere bu kavramların yetersizliği ya da yanlışlığı anlatılır. Buradaki amaç öğrencileri inançlarının hatalı olduğuna ikna etmektir. Daha sonra doğru kavram gerekli bilimsel açıklamalarla ve örneklerle açıklanır. Metinler üzerinde tek tek veya grup halinde çalışan öğrenciler kendi inandıkları bilgiler ile metinde verilen bilgileri karşılaştırır ve düşünür. Böylece öğrencinin yanlışları doğrusu ile düzeltilmeye çalışılır. Kavramsal değişim metinleri genellikle konunun anlatılması sırasında öğrencilere dağıtılır ve bireysel olarak veya grup

halinde incelemeleri istenir. Herkes okuduktan sonra sınıf tartışması ile öğrencilerin doğru bilgileri kazanmaları sağlanır (Çepni, 2011).

Kavramsal değişim metinleri ile öğrencilerin mevcut kavram yanlışlarının düzeltilmesi amaçlanır. Bu metinler içerdikleri açıklamalar ve örneklerle öğretilmesi hedeflenen kavramların anlaşılmasını sağlar.

Öğrencilerde kavram yanlışlarının giderilmesi ve kavramların anlamlı bir şekilde öğrenilmesini amaçlayan birçok eğitimci, kavramsal değişimi sağlayabilmek için öğretmen-öğrenci ve öğrenci-öğrenci etkileşimini kullanmışlardır. Bu tür yöntemler özellikle öğrenci sayısının az olduğu sınıflarda daha etkili olmaktadır (Chambers and Andre, 1997; Eryılmaz, 2002). Ancak öğrenci sayısının çok olduğu sınıflarda bu yöntemlerin uygulanması çok zordur. Bu yüzden öğrenci sayısının çok olduğu sınıflarda kavramsal değişimi sağlamak için kavramsal değişim metinlerinin kullanılması uygun görülmektedir. Öğrenci sayısının az olduğu sınıflarda da bu metinler kavramsal değişimi gerçekleştirmek için öğretmene yardımcı olarak kullanılabilir (Chambers and Andre, 1997).

Pınarbaşı ve Canpolat (2002b) yapmış oldukları literatür araştırmasında kavram yanlışlarının giderilmesinde ve bilimsel kavramların öğrenilmesinde en etkili yöntemlerden birinin kavramsal değişim metinleri olduğunu belirtmişlerdir. Guzzetti et al., (1992) de kavramsal değişim metinlerini kavramsal değişim yaklaşımına yönelik öğretim modelleri içerisinde en etkili yöntemlerden birisi olarak kabul etmektedir.

Kavramsal değişim metinlerinin uygulanması sırasında sınıfta tartışma ortamı oluşturulmasına dikkat edilmeli ve bunun için gerekli zaman onlara verilmelidir. Böylece öğrencilere, bilgileri daha derinlemesine sorgulamaları için fırsat verilmiş olunacaktır (Diakidoy'dan aktaran Ünal, 2007).

1.4.Bilgisayar Destekli Öğretim

Son yıllarda kavram yanlışlarının belirlenmesi ve giderilmesi üzerine yapılan çalışmalar geleneksel öğretim yönteminin istenen düzeyde öğrenmeler gerçekleştiremediğini göstermiştir. Geleneksel öğretim yöntemi öğrencilerin sahip oldukları yanlış anlamaları gidermede yetersiz kalmaktadır. Öğrencilerin daha ziyade pasif gözlemci rolünde oldukları geleneksel öğretim yöntemlerinin yerine öğrencilerin aktif katılımını sağlayan yöntemlerin kullanılması gerekmektedir. Bu düşünceden hareketle, geleneksel öğretim yöntemlerine alternatif olarak kullanılmaya başlanan yöntemlerden birisi de bilgisayar destekli öğretim (BDÖ) yöntemidir (Özmen ve Kolomuç, 2004).

Teknolojinin ilerlemesi ile birlikte eğitim alanında bilgisayar kullanımı artmıştır. Eğitimde hem araç hem de yöntem olarak öğretim hizmeti sunan bilgisayarların, öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştırdığı, anlamlı ve kalıcı öğrenmelerine faydalı olduğu bilinmektedir. Bu bağlamda bilgisayarlar eğitim-öğretim sürecinde yerini almış ve Bilgisayar Destekli Öğretim (BDÖ) yöntemi ortaya çıkmıştır (Aydoğdu ve Kesercioğlu, 2005).

Bilgisayar destekli öğretim için literatürde farklı tanımlar verilmektedir.

Odabaşı (1998)'na göre BDÖ; bilgisayarların ders içeriklerini doğrudan sunma, başka yöntemlerle öğrenilenleri tekrar etme, problem çözme, alıştırmaya yapma ve benzeri etkinliklerde öğrenme-öğretme aracı olarak kullanılmasıdır.

Akkoyunlu (1998), Bilgisayarın öğretme-öğrenme sürecinde bir araç olarak kullanılmasını BDÖ olarak tanımlamıştır.

Baki ve Öztekin (2001) BDÖ yöntemini; öğrencinin karşılıklı etkileşimler sayesinde aktif olmasını, kendi öğrenmesinden sorumlu olmasını, ses ve animasyonlarla derse karşı ilgisinin artırılmasını sağlamak amacıyla eğitim-öğretim sürecinde bilgisayardan yararlanma yöntemi olarak açıklamıştır.

Uşun (2004)'a göre BDÖ; bilgisayarın öğretimde öğrenmenin meydana geldiği bir ortam olarak kullanıldığı, öğretim sürecini ve öğrenci motivasyonunu güçlendiren, öğrencinin kendi öğrenme hızına göre yararlanabileceği, kendi kendine öğrenme ilkelerinin bilgisayar teknolojisiyle birleşmesinden oluşmuş bir öğretim yöntemidir.

Ünal (2007)'a göre ise BDÖ; bilgisayarın öğrenciler tarafından bireysel olarak ve kendi hızlarına göre konuları öğrenmeleri veya öğretmenlerin ders içeriklerini, problem çözme, alıştırmaya yapma ve benzeri etkinlikleri öğrencilerine sunması amacıyla kullanıldığı, öğrencilerin konunun öğretiminde kullanılan bilgisayar yazılımı veya materyalle karşılıklı etkileşimler sayesinde aktif oldukları bir öğretim yöntemidir.

Günümüzde öğrenci sayısının hızla artması, öğretmen yetersizliği, öğretilmesi gereken bilgi miktarının hızla artması, bireylerin eğitim olanaklarından daha fazla yararlanma istekleri bireysel öğretimi daha önemli hale getirmiştir. İşte gerek bilgisayara, gerekse eğitime ilişkin olarak belirtilen bu gibi sorunlardan dolayı bilgisayarların eğitimde kullanımı zorunlu hale gelmiştir. Bu sorunların aşılmasında bilgisayar destekli öğretim yöntemi geleneksel öğretim yöntemlerine göre önemli bir rol oynamaktadır (Uşun, 2004).

1.4.1.Bilgisayar Destekli Öğretimin Amaçları

Bilgisayar destekli öğretim yönteminde bilgisayarın temel amacı öğrenciye bilgiyi en iyi şekilde sunmaktır. Bilgisayar destekli öğretimin diğer amaçlarını Uşun (2004)'a göre şöyle sıralayabiliriz:

- ❖ Geleneksel öğretim yöntemlerinin etkisini artırmak,
- ❖ Öğrenmenin daha hızlı gerçekleşmesini sağlamak,
- ❖ Daha çok duyu organına hitap eden zengin bir materyal sağlamak,
- ❖ Etkili öğretimi gerçekleştirmek,
- ❖ Telafi edici öğrenim imkânlarını öğrenciye sunmak,
- ❖ Öğretimde sürekli olarak niteliğin artmasını sağlamak,
- ❖ Bireysel öğretimi gerçekleştirmek.

İşman (2001)'a göre ise bilgisayarların eğitimde kullanılmasının genel amaçlarından bazıları şunlardır:

- ❖ Öğretim hedeflerini gerçekleştirmek,
- ❖ Eğitim-öğretim hedeflerini gerçekleştirmede öğretmene yardımcı olmak,
- ❖ Öğretim faaliyetlerini yönlendirmek,
- ❖ Öğretmen ve öğrenci arasında etkili bir iletişim sağlamak.

1.4.2.Bilgisayar Destekli Öğretim Modelleri

Uşun (2004)'a göre başlıca bilgisayar destekli öğretim modelleri şunlardır:

1. **Öğretimsel model:** Bu modelde bilgisayar sabırlı bir yardımcı gibi kullanılmaktadır. Modelin temeli programlı öğrenmeye dayanmaktadır.
2. **Hipotezci model:** Bu modelde bilgisayar öğrencinin bilgiyi yaşantıları yoluyla oluşturmasını sağlar. Ayrıca öğrenciye hipotez formüle etmede yardımcı olur.
3. **Açıklayıcı model:** Bu modelde bilgisayar öğrencinin keşfederek öğrenmesini sağlar.
4. **Arındırılmış model:** Bu modelde ise, bilgisayar öğrencinin çalışma yükünü azaltma aracı olarak kullanılır. Bilgisayar öğrenciye hesaplama, bilgi işlem vb. olanakları sağlar.

1.4.3.Bilgisayar Destekli Öğretimi Uygulama Yöntemleri

Bir konunun öğretiminde BDÖ çeşitli şekillerde uygulanabilir. Uşun (2004) bilgisayar destekli öğretimin genel olarak dört yöntem uygulanarak gerçekleştirilebileceğini ifade etmiştir:

1. **Laboratuvar Yöntemi:** Her eğitim kurumuna laboratuvar kurulması,
2. **Her Sınıfa PC Yöntemi:** Her eğitim sınıfına birer adet bilgisayar, sunum cihazları ve çevre birimleri kurulması,
3. **Kişisel PC yöntemi:** Her öğrencinin ve öğretmenin kişisel ve taşınabilir bir bilgisayarı (PC) ve eğitim ortamının bir ağ bağlantısına sahip olması,
4. **İnternet Yolu ile Eğitim Yöntemi:** Öğrencinin senkron veya asenkron olarak eğitim ortamına internet aracılığı ile bağlantı kurması.

Son yıllarda BDÖ uygulamalarında etkileşimi artırmak amacıyla animasyon ve simülasyonlar kullanılmaktadır. Animasyon ve simülasyonlar konuların daha çok anlaşılmasını sağlamakta ve konu içerisinde geçen özellikle soyut kavramların öğretimini kolaylaştırmaktadır. Akçay, Feyzioğlu ve Tüysüz (2003), BDÖ'de animasyonların ve simülasyonların kullanılmaması durumunda BDÖ'nün geleneksel yöntemlerden hiçbir farkı kalmayacağını söylemektedir.

1.4.4.Bilgisayar Destekli Öğretim Programları (Yazılımları)

Bilgisayar destekli öğretimde öğretmen sahip olduğu donanım, yazılım olanaklarına ve öğrencilerin özelliklerine göre bilgisayarı değişik yer ve zamanlarda kullanılabilir (Özmen ve Kolomuç, 2004). BDÖ uygulamaları için çeşitli programlar geliştirilmiştir. Yaygın olarak kullanılan bilgisayar destekli öğretim programları aşağıda açıklanmıştır. Ancak bu çalışmada kullanılan BDÖ materyalinde animasyon ve simülasyonlara yer verildiğinden bu uygulama türleri daha detaylı incelenmiştir.

1.4.4.1.Kişisel Ders Programları

Bu tür programların amacı bilgisayar ile öğrenci arasında bire-bir etkileşimi sağlayarak ders ortamı oluşturmaktır. Bilgisayar öğrenciye bir öğretmen gibi konuyu anlatır, alıştırma fırsatı sağlar. Bu programlar öğrenciyi derse karşı güdüler ve öğrenci başarısını değerlendirir (Uşun, 2004).

Bu tür programlarda kullanıcı süreci kendi kontrol altına alır. Program öğrenciye öncelikle genel olarak bazı bilgiler sunar, daha sonra öğrenenin anlayıp anlamadığını kontrol eder. Bu kontrole

göre yeni bilgiler veya başka bir bakış açısı ile aynı bilgiler ya da ek bilgiler öğrenciye sunulur. Bu tür süreç program boyunca tekrar eder (Demirci, 2003).

Öğretmen, bu tür programların seçiminde ve kullanılmasında öğrenciye rehberlik yapmalıdır. Bu programlar öğretim ortamında öğretmenin olmadığı varsayımı üzerine geliştirilmiştir. Bu nedenle öğretmen tarafından müfredat analizi yapılmalı ve müfredatta yer alan ders ve konuların özelliklerine göre, bu programların nerede kullanılabileceğine karar verilmelidir (Yanpar Şahin ve Yıldırım, 1999).

1.4.4.2.Uygulama ve Pratik Yapma Programları

Öğrencilerin sahip oldukları bilgileri kalıcı hale getirmek için kullanılan programlardır. Bu tür programların asıl amacı öğrenciye pratik yaptırmaktır (Uşun, 2004).

Bu tür programlarda öncelikle bilgisayar ekranı öğrenciye çözülmesi istenen soruyu sunar, öğrenci bu soruyu cevaplar, bilgisayar verilen cevabın doğru olup olmadığını belirtir, eğer cevap doğru ise başka bir soruya geçilir, doğru değilse ise bilgisayar açıklaması ile birlikte doğru cevabı gösterir. Her iki durumda da öğrenciye geribildirim sunulur (Aydoğdu ve Kesercioğlu, 2005).

Bu tür programlarda kişisel ders programları gibi konu anlatımı yoktur. Sadece önceki bilgilerin öğrenilip öğrenilmediği veya hangi seviyede öğrenildiği test edilir. Bu nedenle bu tür programlar derse başlamadan önce öğrencinin seviyesini anlayıp buna göre program hazırlamada veya ders sonunda öğrencilerin ne seviyede öğrendiklerini tespit etmede kullanılabilir (Demirci, 2003).

Bu tür programlar öğretim amaçlı olmadıkları için bilgi verme ve açıklama yapma yeteneğine sahip değildirler. Dolayısıyla öğrenci, programın gerektirdiği ön bilgiye sahip olmalıdır (Yanpar Şahin ve Yıldırım, 1999).

1.4.4.3.Eğitsel Oyun Programları

Eğitsel oyun programları oyun formatından yararlanarak öğrencilere ders konularını sunar. Bu tür programlar öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirir ve onları öğrenme ortamlarında sürekli aktif tutar. Öğrencilere kazandırılmak istenilen içerik (bilgiler) oyunların içine gizlenir. Burada asıl amaç öğrenciye oyun oynatmak değil, bilgilerin oyunlar yolu ile öğrenciye verilmesidir (Uşun, 2004).

Eğitsel bilgisayar oyunları diğer oyun programlarından farklı olarak hazırlandığı konu alanına özgü bazı formal bilgi örüntüleri içermektedir. Bu tür programlar öğrenciye hoşça vakit geçirten informal etkinlik içerisinde formal bilgileri de öğretir (Akpınar, 2005).

1.4.4.4. Benzeşim (Simülasyon) Programları

Simülasyon programları bir olay, durum ya da problemin gerçeğe uygun olarak geliştirilen bir model kullanılarak öğrenciye sunulmasını sağlayan programlardır. Gerçek ortamlarda yetiştirmenin güç, tehlikeli ve pahalı olduğu durumlarda, bu tür programlar öğrencilere gerçeğin bir benzeri üzerinde çalışma olanağı sağlar (Uşun, 2004).

Simülasyon programlarında öğrenciye sunulan çeşitli müdahale olanakları, örneğin öğrencinin bilgisayar ortamındaki deneyde değişkenleri değiştirebilmesi, öğrencilere “keşfederek öğrenme” olanağını sağlar. Bu tür programlarda öğrenci, bilinçli şekilde aktif bir rol üstlenir (Şen, 2001). Doğru hazırlanmış simülasyon programları öğrencinin gerçek reaksiyonlarını kolayca açığa vurmasını sağladığı için öğrenmenin hızını artırır. Bu tür programlar, öğrencilere sunulan karmaşık bilgileri teknoloji yardımıyla sadeleştirmektedir. Ayrıca öğrencilere yaparak yaşayarak öğrenme imkânı sunar (Aydoğdu ve Kesercioğlu, 2005).

Simülasyonlar öğrenilecek konuya ait bir modeli öğrenciye sunar. Öğrenci bu modele ait değişkenleri değiştirir ve sonuçlarını inceler. Simülasyonları animasyonlardan ayıran en önemli özellik budur. Animasyonlar kendi girdisini kendisi hazırlayıp kullanır, sonuca gider ve öğrenci sadece seyreder. Simülasyonlar ise canlandırma gibi bir gerçekliğin taklidini öğrenciye sunar. Ancak bu gerçekliğe ilişkin değişkenlerin durumunu farklı koşullarda incelemeye ve onlarla etkileşmeye izin verir (Akpınar, 2005).

Öğretim teorileri açısından bakıldığında simülasyon programları, öğrenciye yeni bilgi kazandırdığı gibi, öğrencinin hâlihazırdaki bilgileriyle yeni öğrendikleri arasında ilişki kurmasını da sağlar. Ayrıca öğrencinin, yeni öğrendiklerini kavramasına ve uzun süreli bellekte depolamasına yardım etmektedir (Yanpar Şahin ve Yıldırım, 1999). Bu tür programlar anlaşılması zor ve karmaşık konuların öğrenilmesinde, konuyu daha basite indirger ve anlaşılır hale getirir.

1.4.4.4.1.Simülasyon Çeşitleri

Alessi ve Trollip simülasyonları iki ana kategoride olmak üzere dörde ayırırlar. Onların iki ana kategorisi öğretimi yapılacak içeriğin türü ile ilgilidir; bunlar ne ve nasıl kategorileridir. “Ne” kategorisinde bulunan iki tür benzeşim Fiziksel Benzeşim ve Süreç (işlem) Benzeşimidir. “Nasıl” kategorisinde bulunan iki tür benzeşim ise Yöntemsel Benzeşim ve Durumsal Benzeşimdir (Alessi ve Trollip’den aktaran Akpınar, 2005).

- ❖ **Fiziksel Benzeşimler:** Bir nesne veya olay ekranda gösterilir ve öğrencinin onu incelemesine fırsat verilir. Örneğin, hacim, basınç ve sıcaklık koşullarında molekül hareketlerinin benzeşimini veren program sayesinde, öğrenciler hacim, basınç ve sıcaklık değerlerini değiştirerek molekül hareketlerini inceleyebilir (Akpınar, 2005). Bu tür simülasyon programlarında, bilgisayar ekranı üzerinde nesne veya olayın sunulmasının yanında, bireyin ona ilişkin bilgileri kazanabilmesine yönelik bir ortam söz konusudur (İpek’ten aktaran Bülbül, 2009).
- ❖ **Süreç Benzeşimleri:** Öğrencinin çıplak gözle göremeyeceği bir süreç veya kavram ekranda gösterilir ve onun hakkında bilgi verilir (Akpınar,2005). Örneğin, fisyon reaksiyonlarının nasıl gerçekleştiği süreç benzeşimleriyle izlettirilebilir Bu tür simülasyonlar sayesinde öğrencilere gözle görünmeyen yöntem ve usuller hakkında veya konular hakkında bilgilendirme sağlanabilir (İpek’ten aktaran Bülbül, 2009).
- ❖ **Yöntemsel Benzeşimler:** Bir yöntemi oluşturan bir dizi hareket ekranda öğrenciye gösterilir. Örneğin, okul rehberliği yapacak bir öğrencinin bazı tanı tekniklerini öğrenmesi için problemleri bir öğrencinin durumu verilir ve bazı yöntemler kullanılarak bu problemlere ilişkin çözüm üretmesi beklenir (Akpınar, 2005).
- ❖ **Durumsal Benzeşimler:** İnsanların (ve diğer canlıların) davranışları ve tutumları ekranda gösterilir. Bu tür benzeşimler, öğrencilerin bir durumdaki farklı yaşam ve eğilimlerin etkilerini keşfetmesini sağlar (Akpınar, 2005). Bu tür benzeşimlerde öğrenci programın önemli bir parçasıdır ve çok önemli bir görev üstlenir. Öğrencinin kararları ve öğrenmenin gerçekleşmesi durumuna göre, her durumda dönüt düzeltme verilir (İpek’ten aktaran Bülbül, 2009).

1.4.4.4.2.Simülasyon Programlarının Yararları

Simülasyon programları kullanılarak gerçek olaylar sınıf ortamına taşınabilir. Olaylar gerçek ortamda meydana geliyormuş gibi düzenlenir ve sunulur. Bu yaklaşım sayesinde öğrencilerin güdülenmesi sağlanır. Ayrıca simülasyonlar eski bilgiler ile yeni bilgiler arasında köprü kurulmasını sağlar. Öğrenciler simülasyonlar sayesinde kazandıkları bir hedefi, becerileri ve bilgileri değişik öğrenme durumlarına uyarlayabilirse ulaşılmak istenilen amaçların kazanıma dönüşümünden bahsedebilir (İpek'ten aktaran Bülbül, 2009).

Simülasyonlar performans ortamının tam bir kopyasını sağladıkları yapısal stratejiler üzerinden birçok avantaj sunarlar. Asıl performans ortamlarını modellere küçültebilen simülasyonlar, anahtar konuları içerik yönünde anlatmaya odaklanabilirler. Eğitimin transferinde birçok gerçek öğrenme ortamı, yeni uygulayıcıları gerçek bir çalışma ortamına yerleştirir. Simülasyonlar ayrıca öğrencilere karar verme-uygulama yeteneklerini geliştirebilecekleri sağlıklı bir ortam sunar (Ingram and Jachson'dan aktaran Bülbül, 2009).

Simülasyonlar sayesinde gerçek hayattaki riskli, zaman alıcı, tehlikeli veya zaman bağlamında gösterilmesi mümkün olmayan olayları öğrencilere gösterebiliriz. Ayrıca öğrencilere deney yapma ve inceleme yapma imkânı da sağlamış oluruz. Simülasyonlar öğrenme ortamında karmaşık konuların basite indirgeyerek çalışılmasına olanak verir, zaman tasarrufu ve kaynaklarda ekonomiklik sağlar (Akpınar, 2005).

Tekdal (2002)'e göre eğitimde simülasyonları kullanmanın yararlarını şöyle sıralayabiliriz:

- ❖ **Güvenlik:** Simülasyonların en önemli avantajı olarak görülmektedir. Nükleer reaktörlerin çalışmasını gösteren simülasyonlar ve diğer tehlikeli deneyler buna örnek verilebilir.
- ❖ **Zamanın hızlandırılıp yavaşlatılabilmesi:** Gerçek hayatta çok hızlı veya çok yavaş gerçekleşen olaylar simülasyonlar kullanılarak normal hızda gösterilebilir. Örneğin zamanı yavaşlatarak moleküllerin hareketini, hızlandırarak da genetik ile ilgili deneyleri gösterebiliriz.
- ❖ **Çok seyrek görülen olayların incelenebilmesi:** Gerçek hayatta çok nadir görülen bazı olayları öğrencilere göstermemiz mümkün olabilir. Örneğin nükleer reaktörlerde sızıntının nasıl gerçekleştiğini simülasyonlar yardımıyla gösterebiliriz.
- ❖ **Karmaşık sistemlerin basitleştirilmesi:** Gerçek hayatta çok karmaşık olan olaylar basite indirgenerek verilebilir. Bu tür olayların simülasyonları başlangıçta en basit şekliyle verilir. Sonra öğrenme gerçekleştikçe gerçeğe yakın duruma geçilir.
- ❖ **Kullanışlı ve Ucuz olmaları:** Simülasyonların en önemli avantajlarından birisi de maliyetlerinin düşük olması ve tekrar tekrar kullanılabilmesidir. Örneğin, pilot yetiştirirken

gerçek bir uçağı kullanmanız çok maliyetlidir. Ayrıca her türlü hava şartlarında uçuşmanız da zordur. Ancak uçak simülasyonları sayesinde bu sorunlardan kurtulabiliriz.

- ❖ **Motivasyon:** Simülasyonlarda, öğrencinin sistemi aktif olarak kullanması öğrenci motivasyonunu artırmaktadır.

1.4.4.4.3.Simülasyonlarla Öğrenmede Karşılaşılan Sorunlar

Birçok konuda öğrenciye ve öğretmene yardımcı olacağı düşünülen simülasyonların kullanımında karşılaşılan bazı sorunlar bu tür yazılımların etkisini azaltmaktadır (Akpınar, 2005).

Akpınar (2005)'a göre benzeşimlerle öğrenmede yaygın olarak karşılaşılan bazı problemleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- ❖ Simülasyonlar, bazen değişkenler arası ilişkileri tek boyutlu olarak ele almakta ve öğrencilerin sorularına yanıt verememektedir.
- ❖ Simülasyonlar öğrencilerin farklı yaklaşımlarına yanıt veremediğinden öğrencilerin kavram yanılgılarını düzeltememektedirler.
- ❖ Simülasyonlarla sunulan nesnelerin değişik şekillerde yoruma açık olması, öğrencilerin istedikleri gibi deneme yapmasını engellemekte ve simülasyonların anlaşılmasını zorlaştırmaktadır.
- ❖ Simülasyonları kullanmanın amaçlarından olan “bilgi keşfettirme” birçok durumda gerçekleşmemektedir.
- ❖ Öğrenciler simülasyonlara gereken önemi vermemektedirler.
- ❖ Öğrenciler simülasyon içinde öğrendikleri problem çözme yollarını sistematize etmekte zorlanmaktadır.
- ❖ Öğrenciler simülasyonlarla yeterince ve planlı olarak çalışmamaktadırlar.
- ❖ Öğrenciler karmaşık ilişkileri içeren simülasyonları kullanmak istememektedirler.

1.4.4.5.Problem Çözme Programları

Bu tür programlarda, problem çözümünün öğretilmesinin yanı sıra problemi çözmek için gerekli olan bilgiler de öğretilir. Bu programların kullanılmasındaki amaç öğrencinin yeterince alıştırmaya (pratik) yapması ve problem çözme yeteneklerinin geliştirilmesidir. Bu program türü bireysel öğrenmenin yanı sıra grupta öğrenme olanağı sunar.

Problem çözme programları küçük gruplar veya şahsi öğrenciler için daha uygundur. Bu tür program pratik ve uygulama yapma programlarına göre öğrenciye daha fazla bağımsızlık ve

keşif imkânı verir (Demirci, 2003).

1.4.5.Bilgisayar Destekli Öğretimde Animasyon Tekniği

Eliot ve Miller animasyonu, “bir nesneyi hareket halinde gösteren birçok durağan görüntü oluşturmak ve bu görüntüleri hızla arka arkaya oynatarak nesnenin gerçekten hareket ettiğini düşünmemizi sağlamak” şeklinde tanımlamışlardır (Eliot ve Miller’den aktaran Arıcı ve Dalkılıç, 2006, s.422).

Animasyonlar olayları gözlemlenebilir hale getiren, bilgisayar ekranında hızla değişen ve hareketliymiş gibi görünen bir dizi resimdir (Large,1996). Bir animasyonda saniyede en az 15 resim arka arkaya getirilir ve resimdeki nesneler hareketliymiş gibi gösterilir. Animasyonlar gerçek olayların bir benzeri ve temsidir (Akkoyunlu’dan aktaran Ünal, 2007).

Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler animasyon alanına da yansımıştır. Özellikle bilgisayar ortamında gerçek görüntüleri, grafikleri, metinleri, gerçek ses ve animasyonları birleştirme imkânları eğitim yazılımı geliştirme sürecine olumlu katkı sağlamıştır (Arıcı ve Dalkılıç, 2006).

Animasyonlar eğitimciler ve bilgisayar uzmanlarından oluşan bir komisyon tarafından hazırlanmalıdır. Hazırlanan animasyonların derste nasıl kullanılacağı planlanmalıdır. Animasyonlar tasarlanırken dikkat çekici unsurların kullanılmasına dikkat edilmeli ancak aşırıya da kaçılmamalıdır. Aksi takdirde öğrencilerin ilgisi animasyon içinde yer alan dikkat çekici unsurlara yönelir. Bu durum ise öğrencilerin konuya odaklanmasını engeller. Ayrıca dikkat çekici unsurlar, öğretilmek istenen konuyla ilişkili olmalıdır (Ünal, 2007).

Animasyonlar sayesinde öğrencilere öğretilmek istenen soyut olaylar veya varlıklar somutlaştırılır. Bu sayede öğrencilerin zihinde canlandırma yapmaları kolaylaşır. Animasyonlar sayesinde öğrenci için zengin bir öğrenme ortamı oluşturmak mümkündür (Arıcı ve Dalkılıç, 2006).

1.4.6.Bilgisayar Destekli Öğretim Materyalleri

BDÖ yönteminde dört önemli faktör vardır. Bunlar; öğrenci, öğretmen, yazılım ve donanımdır. Bilgisayar destekli öğretimde istediğimiz sonuçlara ulaşmak istiyorsak öncelikle yeterli sayıda ve nitelikte materyal veya yazılımlara ihtiyacımız vardır.

Gelişmekte olan ülkeler Bilgisayar Destekli Öğretim (BDÖ) için gerekli donanım altyapısı çalışmalarını hızla tamamlamaktadır (Uşun, 2000). Ancak bilgisayar destekli öğretimin yaygınlaşmasında donanım yetersizliğinden sonra en önemli engel, nitelikli yazılım ihtiyacının karşılanamamasıdır. Milli Eğitim Bakanlığı'nın okullarda teknoloji sınıflarının kurulmasına yönelik olarak yürüttüğü çalışmalar kapsamında bilgisayar laboratuvarlarının öğretim materyali ihtiyacı büyük ölçüde yabancı kaynaklı yazılımların Türkçe 'ye çevrilmesiyle karşılanmaktadır. Bu durum yazılım alanındaki araştırma ve geliştirme çalışmaların yetersizliğini göstermektedir. Yazılımlar uzmanlar tarafından gerekli akademik çalışmalar ve araştırmalar yapılarak geliştirilmelidir (Saka ve Yılmaz, 2005).

Eğitim yazılımlarının etkinliği genelde dört ana bölüm altında incelenir. Bunlar; eğitim programı uygunluğu, öğretimsel uygunluk, programlama tekniği ve biçimsel (kozmetik) uygunluktur (Yanpar Şahin ve Yıldırım, 1999).

BDÖ öğretim materyalinin programın amaçlarına ve dersin hedeflerine uygun olması gerekmektedir. Bu nedenle, yazılım veya materyaller programların değişimine uygun olarak sürekli yenilenmeli ve geliştirilmelidir. Ancak ülkemizde farklı alanlarda ve konularda hazırlanmış BDÖ materyallerinin öğretim programları ile uyumluluğu çoğu zaman sağlanamamaktadır (Ünal, 2007).

BDÖ'de kullanılan yazılım ve materyaller için ekran tasarımı önemlidir. İyi bir ekran tasarımı insan-bilgisayar iletişimde en önemli faktörlerden birisidir. Bu nedenle öğrencileri daha motive edici, onların bireysel özelliklerini göz önüne alan (görsel, işitsel yazılı, öğrenme tercihi), ilgi çekici, anlaşılması kolay ve etkili öğrenmeye yönelik ekran tasarlanabilir (Altun, Uysal ve Ünal, 1999).

BDÖ'de yazılımları tasarlayan uzmanlar yazılımı kullanacak öğrenci hakkında bilgi sahibi olmalıdır. Uzmanlar öğrencinin gereksinimlerini, beklentilerini çok iyi bilmeli ve bu beklentilere uygun olarak yazılım geliştirmelidirler. Hazırlanan materyal veya yazılım öğrencinin özellikleriyle ve zihinsel gelişim düzeyi ile de uyumlu olmalıdır.

BDÖ öğretim ile ilgili hazırlanan materyaller veya yazılımlarda programın akışını öğrenci kontrol etmelidir. Çünkü öğrencinin konu üzerinde ne kadar zaman harcaması gerektiğini, ne kadar açıklamaya ihtiyacı olacağını, öğretmen veya programı hazırlayanlar bilemez. Öğrencinin program boyunca nasıl hareket etmesi gerektiğini tanımlayan yönlendirme ara yüzeyi basit ve kullanımı kolay olmalıdır. Aynı zamanda iyi bir yazılım geri bildirim sağlamalıdır (Altun, Uysal ve Ünal, 1999).

BDÖ'de kullanılacak materyallerde bulunması gerek diğer bir özellikte etkileşimli olmasıdır (Altun, Uysal ve Ünal, 1999; İşman, 2001; Ünal, 2007). Etkin bir yazılım öğrenci katılımını ve etkileşimi artırıcı olmalıdır (Uşun, 2004).

BDÖ materyallerinin sahip olması gereken nitelikleri Asan şu şekilde sıralamıştır (Asan'dan aktaran Ünal, 2007, s.48):

- ❖ Bilişsel yüklemekten kaçınılmalı, çok sayıda ve karmaşık bilgi içeren sunumlardan kaçınılmalıdır,
- ❖ Öğrencilerin dikkatlerini verilmek istenilen bilgiye çekilmeli, çok fazla uyarıcının bir arada kullanılmamasına dikkat edilmelidir,
- ❖ Öğrencinin hazır bulunuşluk düzeyi dikkate alınmalı ve onlara gerekli yerlerde ek bellek destekleyiciler sunulmalıdır,
- ❖ Yeni karşılaşılan kısa süreli bellekteki bilgilerin uzun süreli belleğe geçmesini sağlayacak teknikler (tekrarlar vb.) kullanılmalıdır,
- ❖ Uzun süreli bellekteki bilgilerin daha kolay hatırlanmasını sağlayacak etkili kodlama teknikleri içermeli (çok sayıda örneklere yer verilmesi, örneklerin resim ve animasyonlarla görselleştirilmesi, bilgilerin sınıflandırılması ve birbiriyle ilişkilendirilmesi vb.),
- ❖ Öğrencinin yaparak yaşayarak öğrenmesine fırsat verecek etkinlikleri, uzun süreli bellekteki bilgilerin hatırlanmasını kolaylaştırıcı ipuçlarını ve hatırlatıcıları içermelidir.

1.4.7.Bilgisayar Destekli Öğretimin Yararları

Literatürde BDÖ yönteminin birçok olumlu yönlerinden ve yararlarından bahsedilmektedir. Bilgisayar destekli öğretimin yararlarını şöyle sıralayabiliriz (Uşun, 2004; Ögüt, 2004);

- ❖ Bilgisayar destekli öğretim öğrencileri aktif tutan bir yöntemdir. Bu yöntemin uygulanması sırasında öğrenci derse aktif olarak katılmak zorundadır,
- ❖ Bu yöntem sayesinde her öğrenci kendi öğrenme hızında öğrenim sağlayabilir, anlamadığı konuları istediği kadar tekrar edilebilir,
- ❖ Bu yöntemde öğrenciler daha rahat soru sorabilir ve sordukları sorulara anında yanıt alabilir,
- ❖ Gerçek ortamda yapılması zaman isteyen, tehlikeli ve pahalı olan deneyler simülasyonlar kullanılarak kolaylıkla yapılabilir,
- ❖ Öğrencilere konular daha kısa sürede öğretilir,
- ❖ Öğrenci istediği bir ortamda kişisel öğrenme ortamı oluşturabilir,
- ❖ Öğrenci öğretmen tarafından sürekli denetlenebilir ve gerektiğinde müdahale edilebilir,
- ❖ Öğrenme sürecinde yer alan hatalar ve eksiklikler anında görülüp düzeltilebilir,
- ❖ Bedensel ya da zihinsel özürli öğrencilere öğrenme hızlarına uygun öğrenme ortamı sağlanabilir,

Yanpar Şahin ve Yıldırım (1999) ise BDÖ yönteminin sağladığı önemli yararları şöyle sıralamıştır:

- ❖ Öğrenme hızı,
- ❖ Katılımcı öğrenme,
- ❖ Öğretimsel etkinliklerin çeşitliliği,
- ❖ Öğrenci etkinliklerinin ve performansının izlenebilmesi,
- ❖ Zamandan ve ortamdan bağımsızlık.

İşman (2001)'a göre ise bilgisayarların öğrencilere ve öğretmenlere yararları şunlardır:

- ❖ Bilgisayarlar öğrenmeleri hızlı olan öğrencilere yardımcı olur.
- ❖ Bilgisayarlar aynı zamanda, öğrenmesi yavaş olan öğrencilere de, bilginin öğrenilmesi için katkılar sağlar.
- ❖ Bilgisayarlar öğrenmeleri bireyselleştirir.
- ❖ Bilgisayarlar hata yapmaktan korkarak öğrenme-öğretme faaliyetlerine katılmayan öğrencilerin bu tür sıkılganlıklarını ortadan kaldırır.
- ❖ Okul yöneticileri ve öğretmenler bilgisayarlar ile öğrenciler ya da okul hakkında istedikleri miktarda bilgileri saklayabilirler ve ihtiyacı olduğu zaman bulup kullanılabilir duruma getirebilirler.
- ❖ Geliştirilen çeşitli bilgisayar programları sayesinde “yaratıcılık” yetenekleri rahatlıkla geliştirilebilirler.

1.4.8.Bilgisayar Destekli Öğretimin Sınırlılıkları

BDÖ yönteminin yararları oldukça çoktur. Ancak literatürde BDÖ yönteminin sınırlılıkları ve olumsuz yönlerinden de bahsedilmektedir.

Uşun (2004) ve Yanpar Şahin ve Yıldırım (1999) bilgisayar destekli öğretimin sınırlılıklarını şöyle sıralamıştır:

- ❖ Öğrencilerin sosyo-psikolojik gelişimlerini engellemesi,
- ❖ Özel donanım ve beceri gerektirmesi,
- ❖ Eğitim programını desteklememesi,
- ❖ Öğretimsel niteliğin zayıf olması.

Ünal (2007)'a göre BDÖ yönteminin olumsuz yönlerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- ❖ Bilgisayar teknolojisi çok hızlı gelişmektedir. Dolayısıyla alınan bilgisayarlar kısa bir süre sonra işe yaramayacak duruma gelebilir,
- ❖ Nitelikli BDÖ yazılımlarının sayısı oldukça azdır.
- ❖ Öğretmenlerin çoğunluğu BDÖ yöntemi konusunda yeterli bilgiye sahip değildir,
- ❖ Bilgisayarın öğrencilerin sosyolojik ve psikolojik gelişimlerine olumsuz etkileri bulunmaktadır,
- ❖ Hazırlanan BDÖ yazılımlarının öğretim programlarına uygunluğu her zaman sağlanamamaktadır.

İşman (2001, s.32) ise bilgisayarların yetersiz kaldıkları noktaları aşağıdaki gibi açıklamıştır:

- ❖ Pahalı olması. Bilgisayarların satın alınması, korunması ve bakımı çok masraflıdır. Bu yüzden bilgisayarlar gelişmemiş ya da gelişmekte olan ülkelerde pahalıdır.
- ❖ Yazılım üretimi zordur. Herhangi bir program üretmek için yüzlerce insanın birlikte çalışması gerekiyor. Bu çalışmaları organize etmek çok zordur. Bu nedenle piyasada eğitim amaçlı programlar bulmak biraz zordur.
- ❖ Duyuşsal ve psikomotor hedef ve davranışlar kolay olarak öğretilmez. Bunun üzerinde çok çalışılması gerekiyor. Bu tür hedeflerin kazandırılması için gelişmiş grafik programlarının kullanılması gerekiyor.
- ❖ Sınıf içi iletişimi azaltıyor. Bilgisayarlar etkili olarak kullanılmaz ise öğretmen-öğrenci ya da öğrenci-öğrenci arasında bulunan iletişim ortadan kalkabilir. Bunun sonucunda ortak çalışmalar ortadan gidebilir.
- ❖ Gerçek olmayan uygulamalar yapılır. Bazen gerçeğe uygun olmayan uygulamalar yapılmaktadır.
- ❖ Belli miktarda bilgi öğrenilir. Bilgisayarlar ile her istenen hedef ve davranışlar öğrencilere istenildiği zaman öğretilmez. Bilgisayarlar ile sadece hazırlanan bilgiler öğrencilere öğretilir.
- ❖ Dersin tasarımı zaman alıyor. Bilgisayarlı eğitimde derslerin tasarımı büyük zamanlar alıyor. Bir grafiğin ya da animasyonun ortaya çıkarılması bazen haftaları bile almaktadır. Ders tasarımında onlarca insanın birlikte çalışması gerekiyor.
- ❖ Yaratıcılığı engelliyor. Bilgisayar programları bazı bilgileri doğrudan ve hazır verdiği için öğrencilerin bir şeyi ortaya çıkarmasını ya da düşünmesini engelliyor.
- ❖ Sosyalleşmeyi engelliyor. Bilgisayarlar eğitimde dikkatsiz olarak kullanıldığında bireyler arasında var olan ilişkileri ortadan kaldırabilir. Öğrenciler bazen saatlerce bilgisayarın karşısına geçip dünya ile ilişkilerini kesmektedirler.
- ❖ Yetişkinler bazen kullanamıyor. Yetişkinler bazen bilgisayarları kullanmaktan korkuyorlar. Bu korkuları yenmek bazen çok uzun zamanı almaktadır.
- ❖ Bilgisayarları okulda bulmak zorlaşıyor. Maddi durumlardan dolayı evde var olan bilgisayarları okulda bulamıyoruz. Özellikle gelişmemiş ya da gelişmekte olan ülkelerde bu durum çok sık olarak görülür.
- ❖ Sosyal değerleri zedeliyor. Hazırlanan bazı kötü programlar ve CD'ler ile toplumun sosyal değerleri ortadan kalkabiliyor.
- ❖ Kültürü olumsuz etkiliyor. Bazı programlar ve CD'ler kültürün yapısını bozmaktadır. Kültürü yanlış yönlere doğru götürebilmektedir.
- ❖ İnsan sağlığı olumsuz etkiliyor. Bilgisayarları karşısında uzun zaman durulduğu zaman belde, el ve parmaklarda sağlık sorunları ortaya çıkmaktadır. Bazen de bilgisayarlarda aşırı derecede radyasyon alınmaktadır.
- ❖ Teknolojisi çok hızlı değişiyor. Bilgisayar teknolojileri çok hızlı olarak değişime uğramaktadır. Bu yüzden bilgisayar teknolojilerini zamanında takip etmek zor olmaktadır.

2.KAYNAK ÖZETLERİ

2.1.Fizikte Kavram Yanılgıları İle İlgili Kaynak Özetleri

Günümüze kadar kavram yanılgıları üzerine gerek yurt dışında gerekse de yurt içinde çeşitli alanlarda birçok araştırma yapılmıştır. Bu araştırmalar genel olarak iki grupta sınıflandırılabilir. Bunlardan birincisi kavram yanılgılarının belirlenmesine yönelik araştırmalar, ikincisi ise kavram yanılgılarının giderilmesine yönelik araştırmalardır. Kavram yanılgılarının ilk çalışılmaya başlandığı yıllarda kavram yanılgılarını belirlenmesine yönelik araştırmalar daha yoğun olmakla birlikte son yıllarda kavram yanılgılarının giderilmesine yönelik araştırmalara ağırlık verilmiştir.

İstenilen düzeyde bir fen eğitimi için temel fen kavramlarının ilk ve ortaöğretim sürecinde bilimsel tanımına uygun olarak öğretilmesi oldukça önemlidir. Fen bilimlerinin diğer alanlarında (Kimya, Biyoloji) olduğu gibi Fizik alanında da kavram yanılgılarının belirlenmesi ve kavram yanılgılarının giderilmesine yönelik birçok araştırma yapılmıştır. Aşağıda kavram yanılgıları ile ilgili olarak farklı fizik konularına ilişkin yapılan bazı araştırmalardan bahsedilmektedir.

Erickson (1979), 6 yaşından 13 yaşına kadar olan çocukların ısı ve sıcaklık kavramlarını nasıl algıladıkları konusunda bir çalışma yapmıştır. Isı ve sıcaklığın, çocukların ilk yaşlarından itibaren doğal olarak tecrübe edebilecekleri kavramlar olduğunu belirtmiş ve konu hakkındaki yanlış inanışlardan dolayı öğrencilerin ısı ve sıcaklık kavramlarını karıştırdıklarını söylemiştir. Bu karışıklığın giderilmesi için öncelikle ısı ve sıcaklık alanındaki öğrencilerin düşünceleriyle ilgili model yaklaşımlar ortaya koyulması gerektiğini, daha sonrada öğretimsel olarak kullanılması gereken bilgilerin verilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Iwowi (1984), çeşitli fizik konularında 15-17 yaş arası lise öğrencilerinin çeşitli yanılgılarını belirleyebilmek için bir çalışma yapmıştır. Bu amaçla öğrencilere çoktan seçmeli 20 sorudan oluşan bir test uygulamıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin çeşitli yanılgılarını saptamış ve kavram yanılgılarının olası nedenlerini açıklamıştır. Kavram yanılgılarının öğretim, öğrencilerin günlük dili kullanması gibi nedenlerden kaynaklanabileceğini söylemiştir.

Palacios, Cazorla ve Mehid. (1989) yapmış oldukları çalışmada öğretmen adaylarının geometrik optik ile ilgili kavram yanılgılarını belirlemeyi amaçlamıştır. Ayrıca eğitimsel değişkenleri de incelemişlerdir. Öğretmen adaylarının kavram yanılgılarını belirleyebilmek için bir ön-test geliştirmişler ve geliştirmiş oldukları bu testi 44 öğretmen adayına uygulamışlardır. Çalışma

sonucunda öğrencilerin geometrik optik ile ilgili kavram yanlışlarını ve yanlışya düşen öğrenci yüzdelelerini belirlemişlerdir.

Hestenes, Wells ve Swackhamer (1992), kuvvet kavramı envanteri isimli çalışmada kuvvet ile ilgili kavram yanlışları üzerine çalışmışlardır. Hazırlamış oldukları 29 çoktan seçmeli soruyu 1500 lise ve 500'den fazla üniversite öğrencisine uygulamışlardır. Elde ettikleri veriler sonucunda kuvvetle ilgili “Sadece hareketli cisimlere kuvvet uygulanır”, “Hareket kuvvet gerektirir”, “Hız uygulanan kuvvet ile doğru orantılıdır”, “Hareketlinin yönünü son kuvvet belirler”, “Hızı fazla olan cisim daha fazla kuvvet oluşturur” gibi yanlışları saptamışlardır.

Kesidou ve Duit (1993), termodinamiğin ikinci yasası hakkında öğrenci inanışlarını yorumlayıcı bir çalışma yapmıştır. Çalışmada onuncu sınıf öğrencileri ile görüşerek termodinamiğin ikinci yasasını nasıl anladıklarını anlamaya çalışmışlardır. Çalışma sonunda öğrencilerin, sıcaklık bir enerji şeklidir, parçacıkların hareketi ısıdır, ısı yüksek sıcaklıktır, sıcaklık bir maddeden diğer bir maddeye geçebilir gibi yanlışlar içerisinde olduklarını belirtmişlerdir.

Bozdemir, Ufuktepe, Eker ve Bilsel (1994), yapmış oldukları çalışmada, öğrencilerin temel fizik kavramlarını doğru bir biçimde algılamakta ve kullanmakta karşılaştıkları güçlüklerin kaynaklarını araştırmışlardır. Bu amaçla, fizikte kavram yanlışlarıyla ilgili hazırlanmış bir “mekanik testi” lise ve üniversite öğrencilerine uygulanmıştır. Test sonuçları; lise ve üniversite öğrencilerinin bilgi düzeyleri arasında açık bir farkın olmadığını göstermiştir.

Uzunkavak (1998), yapmış olduğu çalışmada fizik eğitiminde başarıyı etkileyen kavrama yanlışlıklarının giderilmesini araştırmıştır. Çalışmasında, fiziğin temel konularından mekanik ve mekanikteki kavramlardan kuvvet kavramı ile ilgili olarak öğrencilerin edindiği yanlış kavramlar, ders anlatımı öncesi ve sonrasında uygulanan çeşitli testlerin sonuçlarının analiziyle ortaya çıkarılmıştır. Uygulanan testlerden farklı öğrenci gruplarında farklı sonuçlar alınmış olsa bile, genel olarak, geleneksel ders anlatımıyla fizik öğretiminin yeterli kavram gelişimini sağlayamadığı görülmüştür.

Yip, Chung ve Mak (1998), öğretmenlerin fizikle ilgili kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Bu amaçla 36 maddeden oluşan, enerji, ısının iletimi, elektrik, kuvvet ve iş gibi konuları içeren bir doğru-yanlış testini 147 öğretmene uygulamıştır. Çalışma sonucunda öğretmenlerin bu konularla ilgili kavram yanlışları ortaya çıkartılmıştır. Çalışmaya katılan öğretmenlerden yanlışlara sahip olanların oranı ise %40 olarak bulunmuştur.

Eryılmaz ve Tatlı (2000), ODTÜ öğrencilerinin mekanik konusundaki kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışma kapsamında öncelikle üniversite öğrencilerinin mekaniğe giriş dersindeki kavram yanlışlarını ölçecek bir test geliştirmişlerdir. Sonra geliştirmiş oldukları testi kullanarak ODTÜ birinci sınıf öğrencilerinin mekaniğe giriş konusundaki kavram yanlışlarını belirlemişlerdir. 46 çoktan seçmeli sorudan oluşan mekanik kavram yanlışları testi ön test olarak 946 ve son test olarak 506 üniversite birinci sınıf öğrencisine mekaniğe giriş dersinde uygulanmıştır. Araştırmada elde edilen sonuçlara göre, üniversite öğrencileri, üniversitede ilk mekaniğe giriş dersini almadan önce mekanik kavramları hakkında kavram yanlışlarına sahiptir, bu yanlışların önemli bir kısmı üniversitedeki mekaniğe giriş dersinden sonra bile öğrencilerde görülmektedir.

Akdeniz, Bektaş ve Yiğit (2000), ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin temel fizik kavramlarını anlama düzeyleri üzerine bir araştırma yapmışlardır. Araştırma sonucunda elde edilen bulgular, ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin yaklaşık %70'inin fen bilgisi programında yer alan elektrik konusu ile ilgili kavramları anlamadıkları tespit edilmiştir.

Azar (2001), üniversite öğrencilerinin elektrik konusu ile kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışmada eğitim fakültesi 2. sınıfta okuyan 100 öğrencinin elektrik konusu ile ilgili anlamakta zorluk çektikleri kavramlar açık uçlu sorular yardımıyla belirlenmiştir. Daha sonra öğrencilerin bu kavramları nasıl algıladıklarını ortaya çıkarmak amacıyla örnekleme ikinci bir test uygulanmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin elektrik konusuyla ilgili yanlış algıladığı 10 kavram belirlenmiştir.

Akdeniz vd. (2001), ilköğretim 6. Sınıf öğrencilerinin ışık ünitesindeki kavram yanlışları üzerine yapmış oldukları çalışmada, 9 ilköğretim okulundaki 240 öğrenciden test ve mülakat araçlarıyla veriler toplamışlardır. Topladıkları verilerle, ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin ortalama olarak %70'inin ışığın tanımlanması, ışığın yayılması, ışığın yansımaları ve ışığın kırılması kavramlarını anlamakta ve ifade etmekte güçlük çektikleri ve aynı öğrencilerin yaklaşık %30'unun aynı kavramlarda yanlışlara sahip olduklarını saptamışlardır.

Büyükkasap, Düzgün ve Ertuğrul (2001), lise öğrencilerinin ışık hakkındaki yanlış kavramlarını belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada yanlış kavramları ortaya çıkarmak için hazırlamış oldukları anketi lise 9.,10.,11. ve sağlık meslek lisesi 1. ve 4. sınıflara uygulamışlardır. Araştırma sonucunda, lise düzeyindeki öğrencilerin ışık konusunda birçok kavram yanlışlığına sahip olduğu, sahip olunan bu yanlışların değiştirilmesi konusunda öğrencilerin tutucu davrandığı sonucu ortaya çıkmıştır. Ayrıca öğretmenlerin fizik derslerinde ışık ile ilgili konuları işlemesine rağmen ilgili yanlış kavramların yok edilemediği görülmüştür.

Chen, Lin ve Lin (2002), lise öğrencilerinin düzlem aynada görüntü ve gölge oluşumuna ilişkin yanlış algılamalarını belirlemek için iki aşamalı bir tanı testi geliştirmişlerdir. Çalışma 317 lise öğrencisi ile yürütülmüştür. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin düzlem aynada görüntü ve gölge oluşumuna ilişkin yanlış algılamaları belirlenmiş ve öğrencilerin anlama seviyelerinin oldukça düşük olduğu saptanmıştır.

Gürel ve Gürdal (2002), 7-11. sınıf öğrencilerinin yerçekimi konusundaki kavram yanlışları üzerine yapmış oldukları çalışmada, yerçekimi ile ilgili 7 açık uçlu soru kullanmışlardır. Bu sorulara öğrencilerin verdikleri cevaplar anlama, yanlış, anlamama, boş bırakma şeklinde gruplandırılmış, daha sonrada yanlışlar kendi içlerinde gruplandırılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar 11. sınıfa gelen öğrencilerin bile kafasında hala bazı soru işaretleri bulunduğunu göstermektedir.

Eryılmaz ve Sürmeli (2002), yapmış oldukları çalışmada üç aşamalı sorularla öğrencilerin Isı-Sıcaklık konusundaki kavram yanlışlarını ölçmüşlerdir. Bilgisayarda her kavram yanlışısı için bir soruyla, iki aşamalı ve üç aşamalı sorularla öğrencilerin kavram yanlışlarını hesaplamışlar ve aralarındaki farkları tartışmışlardır.

Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek (2003), öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusunda kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Bu amaç doğrultusunda ısı ve sıcaklık kavram testi geliştirmişlerdir. Geliştirmiş oldukları testi lise ve üniversitelerde öğrenim gören 1017 öğrenciye uygulamışlardır. Uygulama sonuçlarından elde edilen verilere göre öğrencilerin çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca üniversite ve lise öğrencilerinin sahip oldukları yanlışların benzer olduklarını belirlemişlerdir.

Küçüközer (2003), lise 1. sınıf öğrencilerinin basit elektrik devreleri ile ilgili kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışmasında öğrencilerin kavram yanlışlarını belirlemek için, sekiz açık uçlu sorudan oluşan bir testi 108 lise 1 öğrencisine uygulamıştır. Çalışma sonucunda ortaya çıkarılan kavram yanlışları ile değişik yer ve zamanda yapılmış birçok çalışmada ortaya çıkan kavram yanlışlarının büyük bir çoğunluğu uyuşmaktadır. Çalışmadan elde edilen bulgular sonucu elde edilen kavram yanlışlarından bazıları aşağıda sıralanmıştır. Akım devre elemanları tarafından harcanmaktadır. Elektrik akımı pilin her iki kutbundan da gelir ve lamba üzerinde çarpışarak lambanın yanmasını sağlar. Pil sabit akım kaynağıdır. Akım, gerilim ve enerji kavramları aynı kavramlar olarak görülmektedir. Pile yakın olan lambalar uzak olana göre daha parlaktır.

Uzunkavak (2004), potansiyel fark ve akımın göreceli rollerini öğrencilerin nasıl kavramsallaştırdıklarını tarif etmek ve bu kavramların basit devreleri analiz etme yöntemlerini nasıl etkilediğini göstermek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Bu amaçla Isparta ve çevresinde liselerde öğrenim gören 274 öğrenciye çoktan seçmeli 50 sorudan oluşan kavram yanlışlığı belirleme testi (KYBT) uygulamıştır. Sonuç olarak, öğrencilerin elektrik devrelerini analiz ederken potansiyel fark yerine akıma öncelik verdiği, bu hatalı yaklaşımın da birçok elektrik kavramının yanlış anlaşılmasına neden olduğu ortaya çıkmıştır.

Gülçiçek ve Yağbasan (2004), basit sarkaç sisteminde mekanik enerjinin korunumu konusunda lise 2. sınıf öğrencilerinin kavram yanlışlıklarını ortaya çıkarmak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Bu amaç doğrultusunda, mekanik enerjinin korunumu kavram testi geliştirmişler ve bu testi 310 lise 2. Sınıf öğrencisine uygulamışlardır. Uygulamadan elde edilen verilerin analizi sonucunda, öğrencilerin mekanik enerjinin korunumu ile ilgili kavramsal boyutta problemleri olduğu tespit etmişlerdir.

Demirci (2004), ABD'nin Florida eyaletinde bulunan lise düzeyindeki öğrencilerin kuvvet ve hareket konularındaki başarı ve kavram yanlışlıklarını gidermede web tabanlı fizik programının etkilerini incelemiştir. Araştırma Florida eyaletinde bulunan iki devlet lisesinde toplam 125 öğrencinin (%54,4 kız, %45,6 erkek) katılımı ile gerçekleşmiştir. 10 haftalık program boyunca aynı konular kontrol grubuna geleneksel yolla, deneysel gruba ise derslerin %30'unu web tabanlı fizik (kuvvet ve hareket konulu) programı kullanılarak bilgisayar laboratuvarında anlatılmıştır. Her gruba program başlamadan önce ve sonra "Force Concept Inventory" kavram testi uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, web tabanlı fizik programının normal dersle birleştirilmesinin öğrencilerin kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışlıklarını gidermede etkili olduğu görülmüştür.

Kurt ve Akdeniz (2004), keşfedici laboratuvar modelinin fen bilgisi öğretmen adaylarının kuvvet kavramı ile ilgili yanlışlıklarını giderme ve kuvvet kavramını anlama düzeyine etkisini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Bu amaçla öncelikle açık uçlu bir soruyu içeren ön-testi fen bilgisi öğretmenliği birinci sınıftaki 60 öğrenciye uygulamışlardır. Daha sonra tespit edilen kavram yanlışlıklarını gidermek için keşfedici laboratuvar modeline göre geliştirilen bir etkinlik fen bilgisi öğretmenliği programına devam eden 30 birinci sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Modelinin uygulanmasından sonra uygulanan son-test sonuçlarına göre öğrencilerin kavram yanlışlıklarında iyileşme olduğu, kavram gelişiminde keşfedici laboratuvar modelinin oldukça etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Gülçiçek ve Yağbasan (2004), basit sarkaç sisteminde mekanik enerjinin korunumu konusunda öğrencilerin kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Bu amaç doğrultusunda mekanik enerjinin korunumu kavram testi geliştirmişlerdir. Geliştirmiş oldukları testi Ankara il merkezinde 6 genel lisede toplam 350 lise 2. sınıf öğrencisine uygulamışlardır. Kavram testinde basit sarkaç sisteminde mekanik enerjinin korunumu ile ilgili test maddelerine verilen cevaplar, öğrencilerin bu konudaki kavramsal problemlerini ortaya çıkarmıştır.

Kuru ve Güneş (2005), lise 2. Sınıf öğrencilerinin kuvvet konusundaki kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma Ankara il merkezinde bulunan 8 genel lisede 456 lise 2. sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Araştırmada, kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla çoktan seçmeli 20 sorudan oluşan bir kavram yanlışları testi geliştirmişlerdir. Testteki her sorunun altında “Neden?” sorusunu sorarak öğrencilerin verdikleri yanıtların dayandığı bilgi ve kavramları sorgulamışlardır. Kavram yanlışlarına yönelik yapılan bu çalışma, kuvvet konusu derste işlendikten sonra yapılmış olmasına rağmen öğrencilerde hâlâ çok sayıda kavram yanlışının olduğu tespit edilmiştir.

Karakuyu (2006), lise ve dengi okul öğrencilerinin ısı ve sıcaklık öğreniminde karşılaştığı kavram yanlışları üzerine bir çalışma yapmıştır. Çalışmanın amacı çeşitli liselerdeki öğrencilerin ısı-sıcaklık kavramlarının nasıl birbirinin yerine kullanıldıklarını belirlemek ve ısı-sıcaklık konularındaki algılama hatalarını analiz etmektir. Bu amaçla toplam 215 lise öğrencisine çoktan seçmeli 25 sorudan oluşan Kavram Yanlışları Belirleme Testini (KYBT) uygulamıştır. Çalışmanın sonucu olarak öğrencilerin ısı ve sıcaklık konularında büyük bir anlama yanlışlığına sahip oldukları görülmüştür. Bazı öğrenciler günlük konuşmalarında ısı yerine sıcaklık terimini kullanmaktadırlar.

İsen ve Kavçar (2006), ortaöğretim fizik dersi “yeryüzünde hareket” ünitesindeki kavram yanlışlarının belirlenmesi üzerine yapmış oldukları çalışmada, mekanik konularına ilişkin kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla; ikisi çoktan seçmeli, diğerleri açık uçlu yirmi beş soruluk bir ölçek hazırlamışlardır. Hazırlamış oldukları bu ölçeği otuz lise öğrencisine uygulamışlardır. Araştırma öğrencilerin fizik dersinde geçen kavramlarla, günlük yaşamları arasında ilişki kurmada zorluk çektikleri sonucuna ulaşmışlar ve öğrencilerde yeryüzünde hareket konusunda literatür ile paralel yanlışların bulunduğunu saptamışlardır. İsen ve Kavçar (2006)’a göre erken yaşta öğrenilen ve yetişkinlikte değişmeden kalan hatalı öğrenmeler, öğrencilerin inançları, öğretmenin kavramı hatalı kullanması ya da ders kitaplarındaki hatalar kavram yanlışlarına yol açmaktadır.

Anıl ve Küçüközür (2010), ortaöğretim 9. sınıf öğrencilerinin düzlem ayna konusunda sahip oldukları ön bilgi ve kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Bu amaçla veri toplama için “Aynalar Ünitesi Kavramsal Anlama Testi” ile “Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formları”ndan yararlanmışlardır. Bu testi iki farklı lisede öğrenim gören toplam 310 öğrenciye uygulamışlardır. Kavramsal anlama testi ve toplam 16 öğrenci ile gerçekleştirilen görüşmelerden elde edilen verileri incelediklerinde; “gözlemcinin konumu ile görüntü ilişkisi”, “düzlem aynada görüntünün yeri”, “cisim ile görüntü arasındaki ilişki”, “görüntünün sahip olduğu özellikler” ve “görüş alanının bağlı olduğu faktörler” konularında öğrencilerin kavram yanlışlarına sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Küçüközer (2010), fen öğretmen adaylarının dalgalar konusunda kavram yanlışları üzerine bir çalışma yapmıştır. Çalışmasında dalga fiziğinin temel olay ve kavramlarına ilişkin, mekanik dalgaların oluşturulması, yayılması ve girişimi konularında, fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin kavramsal anlamalarının betimlenmesi, varsa kavram yanlışlarının tespit edilmesini amaçlamıştır. Veri toplama aracı olarak 5 adet açık uçlu sorudan oluşan bir anket kullanmıştır. Anketi bir devlet üniversitesinin Fen Bilgisi Öğretmenliğinde öğrenim gören 53 öğrenciye uygulamıştır. Çalışmada elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının mekanik dalgaların temel olgu ve kavramlarına ilişkin kavram yanlışlarının olduğunu ortaya koymuştur.

Yukarıda fizik alanında kavram yanlışlarını konu alan çalışmalardan bazıları kısaca özetlenmiştir. Fen bilimlerinin her alanında olduğu gibi fizik öğretiminin her aşamasında da kavram yanlışları öğrenciler ve öğretmenler için çok sıkıntı verici bir durumdur. Yapılan çalışmalar genellikle fiziğin ısı-sıcaklık, mekanik, elektrik, optik konuları üzerinedir.

2.2.Radyoaktivite Konusundaki Kavram Yanlışları İle İlgili Kaynak Özetleri

Millar, Klaassen ve Eijkelhof (1990), radyoaktivite ve radyasyonu öğretmede farklı bir yaklaşımı konu alan bir çalışma yapmışlardır. Çalışma yaşları 14-18 arasında değişen lise öğrencileri ile yürütülmüştür. Çalışmalarında öncelikle öğrencilerin radyoaktivite ve radyasyon ile ilgili önbilgilerini, düşüncelerini ve yanlış kavramalarını ortaya çıkartmayı amaçlamışlardır. Araştırmacılara göre öğrencilerin önbilgileri önemlidir ve öncelikle tartışma ortamı oluşturularak öğrencilerin önbilgileri ortaya çıkartılmalıdır. Araştırmacılar öğrencilerin radyoaktivite ve radyasyon konularını öğrenirken atom ve atom parçacıkları konusundaki bilgi eksikliklerinden dolayı zorlandıklarını görmüşlerdir. Ayrıca, öğrencilerin kontaminasyon ve radyasyon kavramlarını karıştırdıklarını belirtmişlerdir. Öğrenciler radyasyonun emildiğine ve daha sonra geri salındığına, objelerin radyasyona maruz bırakıldığında o objelerin radyasyon kaynağına dönüştüğüne, bir odaya X-ray ışını uygulandığında ortamın radyoaktif olduğuna inanmaktadır.

Araştırmacılar bilinen bu yanlış inanışları ve öğrenmedeki zorlukları gidermek için okul düzeyinde konunun öğretimi için yeni bir yaklaşım sunmuşlar ve uygulamışlardır. Araştırmacılar öğrencilerin önbilgilerinden hareketle öğrencilerin kendi düşüncelerinin geliştirilmesi gerektiğini, kavramların planlı bir şekilde tanıtılmasını ve öğrencilerin konu ile ilgili pratik uygulamalar yapması gerektiğini söylemişlerdir. Ayrıca öğrencilerin ilgi, yetenek ve becerilerine göre yeni yöntemlerin geliştirilmesini önermişlerdir.

Millar ve Gill (1993), ortaokul öğrencilerinin radyoaktivite ve radyasyon kavramları ile ilgili düşüncelerini ortaya çıkarmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışma aynı bölgedeki dört okulda öğrenim gören ve yaşları 15-16 arasında değişen ortaokul öğrencileri ile yürütülmüştür. Çalışma iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümün amacı öğrencilerin radyoaktivite ve radyasyon kavramları ile ilgili bilgilerini ortaya çıkartmaktır. Bu amaçla çoktan seçmeli sorular kullanılmıştır. İkinci bölümün amacı ise öğrencilerin bilgilerini derinlemesine sorgulamaktır. Bu amaçla öğrencilere açık uçlu sorular sorulmuştur. Bu bölümde öğrencilerin radyasyonun taşınma özellikleri hakkındaki düşüncelerini ortaya çıkarmak amacıyla bir deney yapılmıştır. Deneyde bir radyoaktif madde Geiger sayacından uzaklaştırıldıkça sayaçta atımın azaldığı gözlenmiştir. Çalışmada ayrıca öğrencilerin Çernobil kazasının uzun vadeli etkileri ile ilgili açıklamaları istenmiştir. Öğrenciler radyasyonun İngiltere'ye yağmur ve rüzgârlar sayesinde geldiğini düşünmektedir. Daha sonra öğrencilerin radyasyon ve nükleer kirlilik hakkındaki düşüncelerini ortaya çıkartmak amacıyla iki yerel gazeteden radyasyon ile ilgili haberler gösterilmiş ve yorumlamaları istenmiştir. Çalışma sonucunda bazı öğrencilerin alternatif kavramlara sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Bunlardan bazıları aşağıdaki sıralanmıştır:

- ❖ Radyasyon kaynağı atmosfere radyoaktif materyal yayar.
- ❖ Radyoaktif kaynak gittikçe zayıflar.
- ❖ Radyasyon kaynağının etkilediği bir alan vardır.
- ❖ Radyasyon ve radyoaktivite rüzgârla taşınır.
- ❖ Radyasyon atmosferi kirletir.
- ❖ Radyasyona maruz kalma bir kişiyi radyoaktif yapar.
- ❖ Radyasyona maruz kalma radyasyon taşıma anlamına gelir.
- ❖ Radyasyona maruz kalan bir madde radyoaktif olur.
- ❖ Radyasyon maddeler tarafından emilir.
- ❖ Nükleer kirlilik radyasyonu içermek anlamına gelir.

Boyes ve Stanisstreet (1994), radyoaktivite ve radyasyon hakkında 11-16 yaş aralığındaki çocukların düşüncelerini ortaya çıkarmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Bu amaçla veri

toplayabilmek için kapalı bir anket formu kullanmışlar ve bir grup çocuklarla da görüşmeler yapmışlardır. Araştırma sonucunda aşağıdaki sonuçlara ulaşmışlardır:

- ❖ Öğrenciler radyoaktivite kaynakları hakkında çok az bilgiye sahiptir.
- ❖ Öğrencilerin çoğu radyoaktivitenin nükleer santrallerden meydana geldiğini düşünmektedir.
- ❖ Öğrencilerin çoğu radyoaktivitenin yaşayan organizmalara zarar verebileceğini düşünmektedir.
- ❖ Öğrencilerin yarısı radyoaktifliğin sera etkisi oluşturduğunu ve bunun çevreye daha fazla zarar verdiğini düşünmektedir.
- ❖ Öğrencilerin yarısından fazlası radyoaktivitenin ozon tabakasına zarar verdiğini düşünmektedir.
- ❖ Öğrenciler radyoaktivite ve radyasyonun çevresel etkilerini karıştırmaktadır.
- ❖ Öğrencilerin büyük çoğunluğu radyoaktivitenin insanları öldürmek ve başka canlılara zarar vermek amacıyla kullanıldığını düşünmektedir.
- ❖ Öğrenciler radyoaktifliğin insan yapımı sonucu ortaya çıktığını düşünmektedirler.

Prather ve Harrington (2001), üniversite öğrencilerinin radyoaktivite ve iyonlaştırıcı radyasyon hakkındaki düşüncelerini ortaya çıkarmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışma 150 üniversite öğrencisi ile yürütülmüştür. Bu öğrenciler içerisinde gönüllü 10 öğrenci ile ders dışında 30-45 dakika arasında değişen sürelerde mülakatlar yapmışlardır. Mülakatlar öğrencilerin radyoaktivite ve iyonlaştırıcı radyasyon hakkındaki düşüncelerini ortaya çıkarmak amacıyla yapılmıştır. Mülakat sonucunda çoğu öğrencinin radyoaktivite konusu ile ilgili önemli kavramsal zorluklar yaşadığı ortaya çıkmıştır. Mülakatlar sonucu elde edilen diğer bulgular aşağıdaki gibidir:

- ❖ Öğrenciler radyoaktif dalga ve radyoaktif parçacık kavramlarını yayılan radyasyonu tanımlamak için kullanmaktadırlar.
- ❖ Öğrencilerin büyük çoğunluğu radyoaktivitenin taşınması ve radyoaktivitenin absorplanma özellikleri hakkında sınırlı bilgiye sahiptir.
- ❖ Öğrenciler radyasyonun radyoaktif olduğuna inanmakta, radyasyonun maddeler tarafından emildiğini ve bunun sonucunda maddelerin radyoaktif hale geldiğini düşünmektedirler.
- ❖ Öğrencilerin yarısı radyasyona maruz kalan maddelerin radyoaktif olacağına inanmaktadır. Örneğin radyasyona maruz bırakılan bir çileğin radyoaktif olacağını ve radyasyon kaynağı olarak işlev göreceğini düşünmektedirler.

Alsop (2001), "Radyoaktiviteyi Öğrenmek ve Onunla Yaşamak: Karşılaştırmalı Bir Kavramsal Çalışma" isimli bir çalışma yapmıştır. Çalışma yaşları 18-24 arasında değişen fizik, kimya,

biyoloji, mühendislik gibi farklı alanlarda öğrenim gören 30 üniversite öğrencisi ile yürütülmüştür. Araştırmacı 30 kişiyi iki gruba ayırmıştır. Grup A'da yer alan 15 kişi radon gazı seviyesinin yüksek olmadığı bölgede yaşayanlar, Grup B'deki 15 kişi ise radon gazı seviyesinin yüksek olduğu bölgede yaşayanlardan oluşmaktadır. Çalışmada radyoaktivite ve radyasyon kavramları öğrencilere 20 senaryo üzerinden öğretilmeye çalışılmıştır. Araştırmacı çalışmasında öğrencilerin radyoaktivite ve radyasyon hakkındaki düşüncelerini ortaya çıkartmayı ve iki grubu karşılaştırmayı amaçlamıştır. Bu amaçla öğrencilere sorular sormuş ve mülakatlar yapmıştır. Çalışmada öğrencilerin radyoaktivite konusunda birçok kavram yanılgısına sahip olduğu görülmüştür. Araştırma sonucunda öğrencilerde belirlenen kavram yanılgıları şunlardır;

- ❖ Her iki gruptaki öğrenciler de radyasyon, radyoaktivite ve radyoaktif kaynak kavramlarını birbirine karıştırmakta ve bu kavramları birbirinden ayırt edememektedir.
- ❖ Radyoaktif maddeler çoğunlukla katı fazda bulunmaktadır. Ancak sıcaklık değiştirilerek diğer fazlara dönüşüm sağlanabilir.
- ❖ Doğal radyoaktivite ile yapay radyoaktivite karıştırılmaktadır.
- ❖ Doğal radyoaktivite yapay radyoaktiviteden daha tehlikelidir.
- ❖ Radyoaktif maddeler yaşayan canlıları cansız varlıklara göre daha fazla etkiler.
- ❖ Bir canlı radyasyona maruz bırakılırsa radyoaktif madde şeklinde işlev görür.
- ❖ Radon gazı ile radyasyon aynı özelliklere sahiptir.
- ❖ Radyoaktif maddeler virüs gibi insan vücudundan içeri girer ve genetik mutasyona yol açar.

Çalışma sonucunda radon gazı seviyesinin yüksek olduğu bölgede yaşayan öğrencilerin radon gazı, radon gazının özellikleri hakkında daha çok bilgiye sahip olduğu görülmüştür. Ancak radyoaktivite hakkında bilgileri azdır. Radon gazı seviyesinin yüksek olmadığı bölgede yaşayan öğrenciler ile radon gazı seviyesinin yüksek olduğu bölgede yaşayan öğrencilerin nükleer enerji hakkında bilgi düzeyleri açısından önemli bir fark bulunamamıştır.

Erçoklu (2001), lise 2. Sınıf öğrencilerinin çekirdek tepkimeleri ve radyoaktiflik konusunda yanlış kavramaların tespit edilmesi ve giderilmesi amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışma değişik liselerde okuyan 180 öğrenci ile yürütülmüştür. Çalışmada öğrenciler iki eş gruba ayrılmıştır. Çekirdek tepkimeleri ve radyoaktiflik konusu birinci gruba klasik yöntemle, ikinci gruba ise yapılandırmacı yaklaşım ile anlatılmıştır. Veri toplama aracı olarak çoktan seçmeli 20 sorudan oluşan radyoaktivite ile ilgili kavram testi ve bilimsel işlem beceri testi kullanılmıştır. Ayrıca 13 öğrenci ile mülakat yapılmıştır. Yapılan mülakatlarda, anlatılan derslerde ve kavram testindeki sonuçlara göre araştırmacının tespit ettiği yanlış kavramalar şunlardır:

- ❖ İzotop atomların kimyasal özellikleri aynı ise yarılanma süreleri de aynıdır.

- ❖ Kimyasal tepkimelerde reaksiyon hızı sıcaklıkla değiştiğine göre yarılanma süresi de sıcaklıkla değişir.
- ❖ Ekzotermik reaksiyonlarda kütle korunduğuna göre çekirdek reaksiyonlarında da korunur.
- ❖ Radyoaktif bir atom bileşik yaptığında, radyoaktif özelliği değişir.
- ❖ Yarılanma süresi tam dolduğunda maddenin yarısı bozular. Yani yarılanma süresine ulaşmadan madde, hiç değişikliğe uğramaz.
- ❖ Radyoaktif ışımalarda atomun yörüngesindeki elektronlar değişikliğe uğrar, çekirdek ise aynen korunur.
- ❖ Radyoaktif bir elementin yarılanma süresi maddenin fiziksel haline bağlıdır.
- ❖ Radyoaktif bir maddenin 1. ve 3. yarılanma süreleri eşit değildir. Çünkü madde miktarı azaldığı için yarılanma süresi değişmektedir.

Çalışma da ayrıca iki farklı yöntemin uygulandığı iki grup arasında anlamlı derecede başarı farkı olduğu bulunmuştur.

Cooper, Yeo ve Zadnik (2003) lise öğrencilerinin nükleer enerji ile ilgili bazı konulardaki bilgi düzeylerini ve kavramsal anlamalarını araştırma amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışma Avustralya'da 3 ayrı okulda öğrenim gören, 16 yaşındaki 78 tane lise öğrencisi ile yürütülmüştür. Çalışma kapsamında, öğrencilere 5 hafta süre ile nükleer teknoloji konuları öğretilmeye çalışılmıştır. Konular işlenirken Avustralya'da 2002 yılında uygulamaya konulan fizik programı esas alınmıştır. 3 ayrı okulda kullanılan öğretim yaklaşımları şunlardır; 1. Okulda teknoloji kullanılmıştır. Fizik dersleri bilgisayar ve internet destekli işlenmiştir; 2. Okulda çalışma yapıları ve çalışma kılavuzları kullanılmıştır; 3. Okulda ise öğretmen odaklı geleneksel yaklaşım kullanılmıştır. Öğrencilere nükleer fizik kavramları ile ilgili hazırlanan test, konuların öğretilmeye geçmeden önce ön-test, konuların öğretiminden sonra ise son-test olarak uygulanmıştır. Çalışma sonucunda araştırmacılar öğrencilerin bazı düşünce ve inanışlarının değiştiğini görmüşlerdir. Örneğin; öğretimden önce gama radyasyonunun en zararlı radyasyon türü olduğunu düşünen öğrencilerin öğretimden sonra bu düşünceleri değişmiştir. Öğretimden sonra öğrenciler alfa radyasyonunun gama'dan daha zararlı olduğunu düşünmekte ve radyasyon zararının mesafe, doz ve maruz kalma süresi gibi etkenlere bağlı olduğunu düşünmektedirler. Ancak araştırmacılar bazı konularda ise öğrenci düşünce ve inanışlarının değişmediğini görmüşlerdir. Örneğin; öğrencilerin nükleer korkuları (nükleer denizaltı, radyasyon sızıntısı) hakkındaki düşünce ve inanışları değişmemiştir. Çalışma sonucunda ayrıca öğrencilerin radyoaktivite ve radyasyon kavramlarını tam olarak ayıramadıkları, iyonize radyasyonun insan üzerindeki etkileri hakkında sınırlı bilgiye sahip oldukları ortaya çıkmıştır.

Yalçın (2003), geleneksel öğretim yöntemiyle öğrenim gören lise 2. sınıf öğrencileri ile yapılandırmacı yaklaşımla öğrenim gören öğrencilerin radyoaktivite ve çekirdek tepkimesi konularındaki başarılarını karşılaştırmak ve bu konudaki kavramsal algılamalarını araştırmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmanın diğer bir amacı ise, öğretimden sonra lise 2. sınıf öğrencilerinin radyoaktivite ve çekirdek tepkimesi konularındaki yanlış kavramalarını belirlemek ve bu yanlış kavramaların sebeplerini incelemektir. Çalışma lise 2. sınıftaki toplam 62 öğrenci ile yürütülmüştür. Araştırmada yan deneysel ön test-son test kontrol grubu deseni kullanılmıştır. Rastgele belirlenmiş iki fen şubesinden birisi deneysel grup diğeri kontrol grubu olarak seçilmiştir. Radyoaktivite ve çekirdek tepkimeleri konusu kontrol grubunda geleneksel öğretim yöntemine göre, deneysel grupta yapılandırmacı yaklaşıma göre işlenmiştir. Çalışmada veri toplama amacı ile Radyoaktivite ve Çekirdek Tepkimeleri Ön bilgi Testi (ÖBT), Radyoaktivite ve Çekirdek Tepkimeleri Kavram Testi, (KT), Radyoaktivite ve Çekirdek Tepkimeleri Başarı Testi (BT) kullanılmıştır. Ayrıca kontrol ve deneysel gruptan seçilen toplam 8 öğrenciyle radyoaktivite ve çekirdek tepkimesi konusu hakkındaki yanlış kavramaları belirlemek amacıyla her biri 20-25 dakika süren mülakat yapılmıştır. Çalışmada öğrencilere öğretimden önce ve sonra uygulanan testler, yapılan mülakatlar sonucunda aşağıdaki yanlış kavramalar tespit edilmiştir:

Çizelge 2.1. Radyoaktivite ve Çekirdek Tepkimeleri Konusunda Öğrencilerin Sahip Olduğu Yanlış Kavramalar (Yalçın, 2003)

Atom modeli
1. Atom çekirdeği canlıdır. 2. Atom çekirdeğinde kalıtım maddesi vardır. 3. Çekirdek atomun beynidir. 4. Atomun çekirdeğinde nelerin olduğu bilinemez. 5. Atom küre gibidir. Kürenin dışı kabuktur. Merkezde çekirdek, çekirdek ile kabuk arasında proton ve elektronlar, kabuğun yüzeyinde ise nötronlar vardır. 6. Protonlar orbitallere yerleşir. 7. Çekirdekte proton ve elektronlar, yörüngelerde ise nötronlar vardır. 8. Çekirdekteki proton ve nötronlar birbirleriyle çarpışarak hareket ederler, elektronlar ise hareketsizdir. 9. Atomların değerlik elektronlarının uyarılması sonucu atom çekirdeği değişir
Radyoaktivite, radyoaktif madde, radyoaktif element kavramları
1. Radyoaktivite, radyoaktif özellik ve radyoaktiflik kavramlarının birbiri ile karıştırılması (radyoaktif çekirdek radyoaktivite yaratan maddedir). 2. Radyoaktif maddeler kararlıdır ve kararlılık kuşağında bulunur.

(Çizelge 2.1'in Devamı)

3. Radyoaktif madde ile radyoaktif kaynak birbirinden farklıdır.
4. Radyoaktif maddeler dışarı radyoaktif ışın yayar, radyoaktif olmayan maddelerde içine radyasyon yayar.
5. Radyoaktif element değerlik elektronlarını 8'e tamamlamamış elementtir.
6. Radyoaktif elementler elektron alarak kararlı hale döner.
7. Televizyon, mikrodalga fırınlar, baz istasyonları radyasyon yaydıkları için radyoaktif maddedir.

Radyoaktif özellik

1. Radyoaktiflik maddenin fiziksel ve kimyasal özelliklerinden etkilenir.
2. Katı halde olan bir radyoaktif madde eridiğinde radyoaktif özelliğini kaybeder.
3. Radyoaktif bir element radyoaktif olmayan bir elementle tepkimeye girerek yeni bir bileşik oluşturursa;
 - a. Radyoaktif element radyoaktif özelliğini kaybeder.
 - b. Ürün radyoaktif özellik gösterir çünkü radyoaktif elementten yayılan radyasyon radyoaktif olmayan elementi etkileyip onu da radyoaktif yapar.
 - c. Radyoaktif elementin son yörüngelerindeki elektron dağılımı değişir bu yüzden radyoaktiflik korunmaz.
4. Radyoaktiflik birkaç yıl sonra biter.
5. Bir çekirdeğin kararlı veya kararsız olmasını elektronlar belirler.

Radyasyon

1. Radyoaktif maddelerden yararlı ve zararlı olmak üzere 2 tip radyasyon yayılır.
2. Radyasyonun iyonlaştırıcı veya iyonlaştırıcı olmamasını yayılan radyasyonun dozu belirler.
3. Radyoaktif bir çekirdek kararsız bir çekirdeğe bozunursa radyasyon yayılır, kararlı bir çekirdeğe bozunursa radyasyon yayılmaz.
4. Radyoaktif ışınların etki ettiği organlar vardır (alfa ışınının sadece deriye, beta ışınının sadece kemiğe etki etmesi gibi).
5. Alfa parçacığı helyum atomlarıdır.
6. Radyasyon radyoaktif özellik gösterir.
7. Radyasyon yeme-içme ile bulaşır.
8. Radyasyon insanları zehirler.
9. Radyasyon madde gibi hava, su, rüzgâr ile taşınır.

(Çizelge 2.1'in Devamı)

Nükleer tepkimeler	
	1. Nükleer tepkimeler atomların iç kabuklarındaki elektronların alınıp verilmesi veya ortaklaşa kullanılması sonucu gerçekleşir. 2. Nükleer tepkimeler elektron alış verişi şeklinde gerçekleşir. 3. Radyoaktif bir çekirdeğin bozunması çekirdeğin birkaç parçaya bölünmesi demektir. 4. Radyoaktif bir çekirdek bozununca oluşan çekirdekler bozunmaya uğrayan çekirdekle aynı özellikleri gösterir (aynı elementtir). 5. Radyoaktif bir çekirdek bozunduktan sonra çekirdek tekrar radyasyon üretirse çekirdekte değişiklik yok, radyasyon üretiliyorsa çekirdekte değişiklik meydana gelmiştir. 6. X ışınları nükleer tepkimeler sırasında yayılır. 7. Nükleer tepkimeler sırasında kütle korunur (madde vardan yok, yoktan var olmaz).
Doğal ve yapay radyoaktivite	
:	1. Radyoaktif maddelerin tümü laboratuvarlarda sentezlenmiştir. 2. Doğadaki radyoaktif maddeler doğal radyoaktif maddeler olduklarından insan sağlığı için zararlı değildir. 3. Laboratuvar ortamında elde edilen yapay radyoaktif maddeler insan sağlığını tehlikeye sokar. 4. Radyoaktif bir elementin radyoaktif özellik göstermeyen bir elemente yaklaştırılmasıyla yapay radyoaktivite gerçekleştirilir.
Radyasyona maruz kalma ve kirlenme	
:	1. Radyasyona maruz kalmış canlılar radyasyon yayar. 2. Canlılar az miktarda radyasyona maruz kalınca radyasyon yaymaz, çok miktarda radyasyona maruz kalınca radyasyon yayar.
:	3. Radyasyona maruz kalmış bir cisim radyoaktif kaynak olur. 4. Radyasyona maruz kalmış bir cisim radyoaktif madde olur. 5. Radyasyona maruz kalmış bir cisim radyoaktif özellik gösterir.
Yarı ömür	
	1. Radyoaktif maddenin kütlesi azaltılırsa yarı ömrü kısalır. 2. Radyoaktif element bileşik oluşturursa yarı ömür süresi uzar veya kısalır. 3. Radyoaktif element ısıtılırsa yarı ömür süresi kısalır.

Çalışma sonucunda öğrencilerin başarılarını artırmada yapılandırmacı yaklaşımın daha etkin olduğu ve kavramsal algılamalarında her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı görülmüştür.

Prather (2005), öğrencilerin atomların radyoaktif bozunma ve yarı ömürdeki rolü hakkındaki görüşlerini ortaya çıkarmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışmada etkili bir öğretim için öğrencilerin ön bilgilerini dikkate almanın önemini araştırmıştır. Öğrencilerin radyoaktif atom radyoaktif bozunma ve yarı ömür hakkındaki ön bilgilerini ortaya çıkartmak amacıyla hakkında görüşmeler yapılmış, açık uçlu sorular sorulmuş ve çoktan seçmeli kavram testleri kullanılmıştır. Bu çalışma öğrencilerin sınıfa birçok eksik bilgiyle geldiklerini ortaya çıkarmıştır. Ayrıca öğrencilerin iyonize radyasyon, radyoaktivite, radyoaktif bozunma ve yarı ömür kavramları ile ilgili kavrama zorlukları yaşadıkları ortaya çıkmıştır. Öğrenciler radyasyona maruz kalma ve nükleer kirlilik kavramlarını karıştırmaktadırlar. Prather'a göre çoğu öğrenci iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalan maddelerin radyoaktif hale geleceğini ve radyoaktif bir maddenin kütle ve hacminin yarı ömür sürecinde azalacağını düşünmektedir.

Yalçın ve Kılıç (2005), lise öğrencilerinin radyoaktivite konusundaki yanlış kavramalarını tespit etmek ve bu yanlış kavramaların oluşmasında ve pekiştirilmesinde ders kitaplarının etkinliğini araştırmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Yanlış kavramaları belirlemek için radyoaktivite kavram testi uygulamış ve seçilen öğrencilerle mülakatlar yapmışlardır. Çalışma sonucunda, öğrencilerin yanlış kavramalarını tespit etmek amacıyla geliştirilen kavram testi sorularına verdikleri cevapları değerlendirdiklerinde, birçok soruda % 50'sinden fazlasının yanlış kavramaya sahip olduklarını belirlemişlerdir. Bu yanlış kavramaları; a) radyoaktivite, radyoaktif madde, radyoaktif özellik gibi kavramların karıştırılması, b) radyasyon, c) nükleer tepkimeler, d) doğal ve yapay radyoaktiflik, e) yarı ömür ve f) radyoaktif kirlenme (bulaşma) ve radyasyona maruz kalma gibi ana başlıklar altında toplamışlardır. Çalışmalarında belirledikleri ve literatür taraması sonucu elde ettikleri bazı yanlış kavramalar şunlardır:

- ❖ Öğrenciler nükleer reaksiyonların da kimyasal reaksiyonlarda olduğu gibi değerlik elektronlarının değişimi ile gerçekleştiğini veya atomun iç kabuklarındaki elektronların alınıp verilmesi şeklinde olduğunu düşünmektedirler.
- ❖ Atom ve çekirdeğin çevresinde onu dış ortamdan ayıran kabuk veya zar bulunmaktadır.
- ❖ Öğrencilerin birçoğu atomun canlı olduğunu düşünmektedir.
- ❖ Öğrenciler radyasyon, radyoaktivite, radyoaktiflik, radyoaktif madde gibi kavramların anlamlarını ve birbirlerinden farklılıklarını bilmemekte, bu kavramları karıştırmakta ve birbirlerinin yerlerine kullanmaktadır.

- ❖ Bir ortamda radyoaktivite olup olmadığı ve radyoaktivite miktarı Geiger Müller sayacı denilen detektörle saptanır.
- ❖ Her ne kadar tek bir radyasyonun dahi kanser gibi bir hastalık oluşturmaya söz konusu ise de bunun ihtimali çok azdır.
- ❖ Radyoaktif bir madde dışardan enerji almadan kendiliğinden parçalanarak çevresine radyasyon saçan maddedir.
- ❖ Radyoaktif ışın ve radyasyon kavramları anlam olarak birbirlerinin aynıdır.
- ❖ Her çeşit radyasyon zararlıdır.
- ❖ Dünyamızın yapısını oluşturan maddeler içinde tehlikeli olabilecek miktarda radyoaktif madde yoktur. Fakat canlılara zarar verebilecek radyoaktif maddeler insanlar tarafından üretilmiştir.
- ❖ Radyoaktif bir madde birinci yarı ömür süresi sonunda radyoaktif özelliğini kaybeder.

Belirlenen yanlış kavramaların bazılarının aynen ders kitaplarında da yer aldığı ve kitaplardaki bazı ifade, resim ve şekillerin öğrencilerin yanlış kavramalarına neden olabilecek şekilde düzenlendiğini görmüşlerdir.

Nakiboğlu ve Bülbül Tekin (2006), yapmış oldukları çalışmada öğrencilerin nükleer kimya hakkındaki kavram yanlışlarını belirlemeye çalışmışlardır. Çalışma, yaşları 15-16 arasında değişen 157 onuncu sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Çalışma sonucunda öğrencilerin radyoaktivite konusu ile ilgili çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmüştür. Çalışmada tespit edilen kavram yanlışları şunlardır:

Çekirdek kararlılığı ile ilgili kavram yanlışları;

- ❖ Çekirdek yoğunluğu bir atomun kararlılığını etkileyen bir faktördür.
- ❖ Atom numarasının kütle numarasına oranı atomun kararlılığını etkiler.
- ❖ Çekirdeğinde daha fazla proton olan, kütle numarası fazla olan atomlar, daha kararlı çekirdeğe sahiptirler.
- ❖ Atomun en dış elektron yörüngesi çekirdeğin kararlılığını etkileyen bir faktördür.
- ❖ Son yörüngesi dolu olan atomlar, soy gazlar gibi, daha kararlı yapıdadır.
- ❖ Atom numarası ve kütle numarası büyük olan atomlar daha kararlı çekirdeğe sahiptir.
- ❖ Aynı atom numarasına sahip izotoplarının bulunması atomun kararlılığını etkiler.

Yarı ömür ile ilgili kavram yanlışları;

- ❖ En uzun yarı ömre sahip olan atom çekirdekleri, en kararsızdır.

- ❖ Bağlanma enerjisi ile ilgili kavram yanlışları;
- ❖ Nükleonları çekirdeğin içinde birlikte tutan güce bağlanma enerjisi denir.
- ❖ Atomun molekül oluştururken açığa çıkardığı enerjiye bağlanma enerjisi denir.

Nükleer kimyanın uygulama alanları ile ilgili kavram yanlışları;

- ❖ Radyoaktif izotoplar sadece enerji elde etmek için kullanılır çünkü insan için çok zararlıdır.

Radyoaktif bozunma hızı ile ilgili kavram yanlışları;

- ❖ Radyoaktif bozunma hızı fiziksel koşullara bağlıdır.
- ❖ Her madde farklı radyoaktif bozunma hızına sahip olduğu için, radyoaktif bozunma hızı elementin tipine bağlıdır.
- ❖ Radyoaktif bozunma hızı sıcaklığa bağlıdır.

Mavi (2008), lise öğrencilerinin radyasyon konusundaki kavram yanlışlarının tespiti amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışmayı lise düzeyindeki dört farklı okuldan 96 öğrenci ile yürütmüştür. Araştırma materyali olarak Temel Radyasyon Bilgi Testi (TRBT) geliştirmiştir. Bu test öğrencilerin radyasyon konusu ile ilgili anlama düzeyleri ve kavram yanlışlarını belirlemek için kullanılmıştır. TRBT üç bölümden oluşmaktadır; bölüm 1; çoktan seçmeli test, bölüm 2; kavramsal bilgi düzeyini belirleme, bölüm 3 ise açık uçlu soruların yer aldığı bölümdür. Araştırma sonucunda, öğrencilerin radyasyonun tanımı, zararları, olumlu yönleri, tıp alanındaki uygulamaları, radyasyon kaynakları, günlük hayatımızda radyasyonun yeri, bize verdiği zararlar, radyasyondan korunma yolları, nükleer santraller, nükleer kazalar, baz istasyonları, kanser, yiyeceklerimizdeki radyasyon gibi günlük yaşantımızın içinde bulunan bu konular ile ilgili eksiklikleri olduğu ve kavram yanlışlarına sahip olduklarını belirlemiştir.

Ayrıca okulda gördükleri radyoaktivite, yarılanma süresi, iyonlaştırıcı radyasyon gibi konularda da öğrencilerin eksiklikleri olduğu belirlenmiştir.

Dönmez Usta ve Ayas (2010), literatür taraması yaparak nükleer kimyada yaygın kavram yanlışlarını araştırmışlardır. Bu amaçla nükleer kimya ünitesi üzerine yapılan bazı çalışmaların içerik analizini yapmışlardır. Söz konusu içerik analizi Çizelge 2.2'de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Nükleer Kimya Ünitesi Üzerine Yapılan Bazı Çalışmaların İçerik Analizi (Dönmez Usta ve Ayas, 2010)

Çalışmanın İsmi	Kavram Yanılgıları
Reading about Chernobyl: The Public Understanding of Radiation and Radioactivity (Eijkelhof & Millar, 1988)	İskandinavya'ya rüzgar ve yağmurla taşınan radyoaktif bir sızıntı vardır. Radyasyon bulutları, nükleer bulutu, atom bulutu, reaktör havaya radyasyon salar.
School Students' Understanding of Processes Involving Radioactive Substances and Ionising Radiation (Millar & Gill, 1996)	Radyasyon ve radyoaktivite kavramları karıştırılmaktadır.
Misconceptions in Radioactivity Subject (Başlantı, 1999)	Periyodik tabloyu ele alırsak, elementlerin arasında hiç radyo aktif element yoktur. Radyoaktif maddeler insanı zehirler. Uranyum elementi çarpışma durumunda parçalanır. Radyoaktif elementler nükleer santrallerde depolanır.
Students Understanding of Ionising Radiation and Radioactivity (Prather & Harrington, 2001).	Radyoaktif madde, radyoaktif kaynaklar ve radyoaktivite kavramlarının kullanımı karıştırılmaktadır.
Determining and eliminating misconceptions of students studying at high school 2nd Grade in nuclear reactions and radioactivity subject (Erçoklu, 2001).	Radyoaktif bir element bileşik oluşturduğunda radyoaktivite özelliğini kaybeder. Radyoaktif yarı ömür materyallerin fiziksel durumlarına bağlıdır. Yarı ömürleri dolmadan önce radyoaktif materyallerde herhangi bir değişim gerçekleşmez.
Effect of constructivist approach on successes and conceptual perceptions of students studying at high school 2nd Grade in nuclear reactions and radioactivity subject and determining misconceptions of students in this matter (Yalçın,2003).	Atom modeli, radyoaktivite, radyo aktif element/ madde, radyoaktif özellikler, radyasyon, nükleer reaksiyonlar, doğal ve doğal olmayan radyoaktivite ve yarı ömür konularında kavram yanılgıları tespit edilmiştir.
Determining understanding levels of science teacher candidates in some concepts in nuclear chemistry (radioactivity) (Dönmez Usta et al., 2009).	Yarı-ömür, radyasyon, radyoaktivite, radyoaktif ışın ve reaktör çeşitleri.

Acar Sesen ve İnce (2010), Öğrencilerin bilgiye ulaşmak için interneti kullanma yöntemlerini ve internette alınan bilgilerin yanılığ kaynağı olup olmadığını araştırmışlardır. Konu olarak ise radyasyon ve radyoaktiviteyi seçmişlerdir. 567 öğretmen adayı (fen bilgisi, fizik ve kimya alanlarında) ile yürütülen çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada öğretmen adaylarının interneti kullanma yöntemleri hakkında bilgi almak için bir anket formu uygulanmıştır. İkinci

aşamada ise uygulanan anketin sonuçları ışığında belirlenen ilk 200 web sitesi, radyasyon ve radyoaktivite hakkındaki yanlış bilgileri tespit edebilecek 3 uzman tarafından taranmış ve analiz edilmiştir. Yapılan incelemenin ardından çok sayıda web sitesinin radyasyon ve radyoaktivite hakkında yanlış ve eksik bilgileri içerdiği belirlenmiştir. Araştırmacılara göre bu eksik ve yanlış bilgiler de kavram yanlışlarına sebep olmaktadır. Çalışma sonucunda web sitelerinde radyasyon ve radyoaktivite hakkında tespit edilen eksik ya da yanlış bilgiler şunlardır:

- ❖ Bir çekirdekte nötron sayısı proton sayısından fazla ise çekirdek kararsız durumdadır, çekirdeğin yapısındaki nötronlar alfa, beta ve gama ışınları yayarlar.
- ❖ Radyasyon, bazı parçacıklardan ve fotondan dışarıya yayılan bir enerji çeşididir.
- ❖ Bazı radyasyonlar, (doğal olan ve sağlık uygulamalarında kullanılanlar) yararlıyken, bazı radyasyonlar zararlıdır.
- ❖ Sıcaklık radyasyonu etkiler. Radyoaktif maddelerdeki bozunma hızı sıcaklık arttıkça azalır.
- ❖ İnsan vücudundaki en yaygın radyoaktif izotoplar potasyum-40 ve karbon-14 izotoplarıdır. Diğer radyoaktif izotopların yarı ömürleri yeterince uzundur ve insana zarar vermezler.
- ❖ Bir madde iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalırsa radyoaktif hale gelir.
- ❖ İyonlaştırıcı radyasyon doğal değildir ve her zaman zararlıdır. İyonlaştırıcı radyasyona neden olan pek çok şey vardır. Bunların en çok bilineni: cep telefonları, radyo, TV, elektronik ürünler, x- ray cihazı.

Mork (2011), radyoaktivite öğretiminde bilgi ve iletişim teknolojilerinin etkisini incelemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışmada Norveç Bilgi Projesi (Norwegian Viten Protect)'nde geliştirilen interaktif materyallerden (simülasyon ve animasyonları içeren bir yazılımdan) yararlanmışlardır. Çalışma lise 2. sınıf öğrencileri ile yürütülmüştür. Çalışmada öncelikle öğrencilere gazeteci rolü verilmiştir. Daha sonra bu öğrencilere radyoaktivite hakkında bir problem durumu sunulmuştur. Örneğin öğrencilerden bir trafik kazası sonucunda ortaya çıkan radyoaktif madde numunelerini tespit etmeleri, incelemeleri ve sonrasında kaza hakkında bir makale yazmaları istenmiştir. Öğrencilerin söz konusu yazılımı kullanarak radyoaktif mineraller, radyoaktif maddeler, radyoaktif madde kullanımı, radyoaktif maddelerin topluma yararları, sağlıksal ve çevresel zararları hakkında bilgi sahibi olmaları amaçlanmıştır. Radyoaktivite hakkında bilgi toplayan öğrenciler, simülasyon programında ölçümler yapmış ve elde ettikleri bilimsel bilgileri de kullanarak kaza ile ilgili bir makale yazmıştır. Çalışma sonunda öğrencilere çoktan seçmeli bir test uygulanmış ayrıca yazdıkları makalelerde değerlendirilmiştir. Araştırmacılar interaktif öğretim materyallerinin öğrencilerin öğrenmesini olumlu etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca bu materyallerin öğrencilere ekstra motivasyon ve dönüt sağladığını belirtmişlerdir.

Yapılan çalışmaların birçoğu kavram yanlışlarının saptanması üzerine yapılmış olan çalışmalardır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda ise kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik çalışmalara da yer verilmiştir. Literatür incelendiğinde radyoaktivite konusunda kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik çalışmaların diğer çalışmalara göre daha az olduğu görülmektedir. Bu nedenle çalışmamızın amacı radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi ve bu yanlışların giderilmesinde farklı yöntemlerin etkisinin incelenmesi olarak seçilmiştir.

2.3.Kavramsal Değişim Metinleri İle İlgili Kaynak Özetleri

Literatürde kavramsal değişim metnlerinin başarıya ve kavram yanlışlarının giderilmesine etkisinin incelendiği çok sayıda çalışma mevcuttur. Bu çalışmaların büyük çoğunluğu kavramsal değişim metnlerinin geleneksel yöntemle veya herhangi başka bir yöntemle karşılaştırıldığı çalışmalardır. Çalışmalarda genellikle kavramsal değişim metnlerinin kullanıldığı deney grubu ile geleneksel yöntemle öğrenim gören grup karşılaştırılmaktadır. Bazı çalışmalarda ise kavramsal değişim metinleri geleneksel yöntem dışındaki yöntemler veya teknikler ile karşılaştırılmıştır. Geleneksel yöntemle karşılaştırmaların yapıldığı çalışmaların çoğunda kavramsal değişim metnlerinin başarıya ve kavram yanlışlarının giderilmesinde daha etkili olduğu görülmüştür. Kavramsal değişim metnlerinin kullanıldığı gruptaki öğrencilerin geleneksel yöntemle öğrenim gören gruptaki öğrencilerden daha yüksek başarı sağladıkları ve bu metinlerin kavram yanlışlarını gidermede daha etkin olduğu tespit edilmiştir. Kavramsal değişimi sağlamak için kavramsal değişim metnlerinin kullanıldığı çalışmalardan bazıları bu bölümde özetlenmiştir.

Hewson ve Hewson (1983), kütle, hacim ve yoğunluk kavramlarının öğrenilmesinde kavramsal değişim yaklaşımının etkisini incelemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Bu amaçla araştırmaya dahil edilen öğrencilerden deney ve kontrol grubu oluşturmuşlardır. Deney grubuna, kavramsal değişim yaklaşımına uygun olarak geliştirilen öğretim yöntemi ve materyaller uygulanmıştır. Kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemleri uygulanmıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak kavram başarı testi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, kavramların öğrenilmesinde geleneksel yöntemle göre kavramsal değişim yaklaşımının daha etkili olduğu görülmüştür.

Hynd ve Alvermann (1986), Newton mekaniği konusunda öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilmesinde kavramsal değişim metnlerinin etkisini incelemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada karşılaştırma yapmak amacıyla öğrencilerden bir deney bir de kontrol grubu oluşturmuşlardır. Deney grubunda kavramsal değişim metinleri, kontrol grubunda ise

geleneksel yöntemler kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak biri kısa cevaplı diğeri ise doğru-yanlış tipinde iki test kullanılmıştır. Çalışma sonucunda kavramsal değişim metnlerinin kullanıldığı deney grubunun başarısının, geleneksel yöntemin uygulandığı kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Alvermann ve Hague (1989), hareket kavramının öğrenilmesinde, farklı metin tiplerinin ve öğrencilerin ön bilgilerinin etkisini incelemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada iki deney, bir kontrol grubu oluşturulmuştur. Bu gruplara üç farklı metin tipi uygulanmıştır. Birinci gruba(deney) ön bilgileri harekete geçiren ve bunun derecesini artıran metinler, ikinci gruba(deney) ön bilgileri sadece aktif hale geçiren metinler, üçüncü gruba(kontrol) ise ön bilgileri harekete geçirici özelliği olmayan metinler uygulanmıştır. Bu kapsamda metin yapısı içinde yer alan ve öğrencilerin ön bilgilerini harekete geçiren toplam üç seviyeden söz edilmektedir. Çalışma sonucunda öğrencilerin kavram öğrenmelerinde, birinci seviyenin ikinci seviyeye göre daha etkili olduğu ve üçüncü seviye ile ikinci seviye arasında da anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak bu çalışma öğrencilerin kavramları başarılı bir şekilde öğrenmelerinde ön bilgilerin önemli bir etkisi olduğunu ve öğrencilerin kavram başarıları üzerinde kavram değiştirme metnlerinin geleneksel metinlere göre daha etkili olduğunu göstermiştir.

Wang ve Andre (1991), elektrikle ilgili kavramların öğrenilmesinde soruların ve kavramsal değişim metnlerinin etkisini incelemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucunda kavramsal değişim metnlerini kullanan öğrencilerin kavram başarılarının, geleneksel metinleri kullanan öğrencilerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kavramsal değişim metnlerinin kavramların anlaşılmasını kolaylaştırdığı görülmüştür.

Guzzetti et. al. (1993), fen eğitiminde kavramsal değişim yöntemlerini kullanan araştırmaları karşılaştırmak amacıyla bir meta-analiz çalışması yapmışlardır. Bu çalışmada kavramsal değişim metnlerinin dört farklı yapısının olduğunu söylemişler ve bu yapılar içerisinde en çok kullanılan, zıt bilgileri sunan ve yanlış kavramların neden yanlış olduğunu açıklayan metinler olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre kavram yanlışlarını yok etmek amacıyla hazırlanan metinlerin etkili olabilmesi bazı şartlar vardır. Öncelikle metinlerde kavram yanlışlarının neden yanlış olduğu açıklanmalıdır. Ayrıca bu metinler bilişsel çatışma sağlayan diğer stratejileri de içermelidir.

Chambers ve Andre (1997), öğrencilerin elektrik akımıyla ilgili temel kavramları öğrenmesinde kavramsal değişim metnlerinin etkisini incelemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada bağımsız değişkenler, cinsiyet ve metin tipidir (geleneksel metinler ve kavram değiştirme

metinleri). Bağımlı değişken ise öğrencilerin elektrik konusundaki kavram başarılarıdır. Çalışmada erkek öğrencilerin kavram başarı puanlarının kız öğrencilerin puanlarından daha yüksek olduğu ve kavram değiştirme metnlerinin kullanıldığı gruptaki öğrencilerin geleneksel metnelerin kullanıldığı gruptaki öğrencilere göre daha başarılı olduğu görülmüştür. Çalışma sonucunda kavram yanlışlarının giderilmesinde, kavramsal değişim metnlerinin geleneksel konu anlatımı metinlerine göre daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Geban ve Bayır (2000), kimyasal değişim konusundaki kavram yanlışlarını belirlemek ve kavramsal değişim metnlerinin lise 1. sınıf öğrencilerinin başarısına etkisini incelemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada öncelikle öğrencilerin kimyasal değişim ve maddenin korunumu konusundaki kavram yanlışlarını belirlemek için 10 lise 2. Sınıf öğrencileriyle görüşme yapmışlardır. Daha sonra deney ve kontrol grubu olmak üzere iki grup oluşturulmuş, deney grubunda ders kavramsal değişim metinleriyle kontrol grubunda ise geleneksel öğretim metodu ile işlenmiştir. Sonrasında öğrencilere 20 sorudan oluşan çoktan seçmeli bir başarı testi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda kavramsal değişim metnlerinin kullanıldığı deney grubunun başarısının, geleneksel yöntemin uygulandığı kontrol grubunun başarısından daha fazla olduğu görülmüştür.

Mikkilä-Erdmann (2001), kavram yanlışlarının giderilmesinde geleneksel metinler ile kavram değiştirme metnlerinin etkisini karşılaştırmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışma 209 ilköğretim 5. sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Çalışmada öğrencilerden deney ve kontrol grubu olmak üzere iki grup oluşturulmuştur. Deney grubunda fotosentez konusu için hazırlanan kavramsal değişim metinleri kullanılarak ders işlenmiş, kontrol grubunda ise ders kitaplarında bulunan geleneksel metinler kullanılarak ders işlenmiştir. Çalışma sonucunda kavramsal değişim metnlerini kullanan deney grubu öğrencilerinin geleneksel metinleri kullanan kontrol grubu öğrencilerine göre daha başarılı olduğu görülmüştür.

Canpolat ve Pınarbaşı (2002b), “Fen Eğitiminde Kavramsal Değişim Yaklaşımı-II: Kavram Değiştirme Metinleri” isimli çalışmasında kavram değiştirme metnlerinin fen kavramlarının öğretimindeki etkinliğini incelemeye yönelik olarak bir literatür araştırması yapmışlardır. Bu literatür araştırmasının sonucuna göre, kavram yanlışlarının düzeltilmesinde en etkili yöntemlerden birisinin de, kavram değiştirme metnlerinin kullanıldığı öğretim yönteminin olduğunu söylemişlerdir.

Diakidoy, Kendeou ve Ioannides (2003), 6. sınıf öğrencilerinin kavramsal öğrenmeleri üzerinde kavramsal değişim metnlerinin etkisini incelemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada 6. sınıf öğrencilerinden üç grup oluşturulmuştur. Çalışmada enerji konusu seçilmiştir. Enerji

konusu öğretilirken grupların birisine standart öğretim, diğerine açıklayıcı metin ve bir diğerine ise çürütme metinleri uygulanmıştır. Veri toplama aracı olarak enerji testi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda kavramsal değişim metinlerinin kullanıldığı grubun kavramsal başarı yönünden diğer gruplara göre daha başarılı olduğu görülmüştür.

Başer ve Çataloğlu (2005), kavram değişimi yöntemine dayalı öğretimin, yedinci sınıf öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konusundaki kavramları öğrenmeleri ve fen bilgisi dersine karşı tutumlarını incelemek üzere bir çalışma yapmışlardır. Çalışma 74 öğrenci ile yürütülmüştür. Veri toplama aracı olarak ısı ve sıcaklık kavram testi (ISKT) ve fen bilgisi dersine karşı tutum ölçeği kullanılmıştır. Çalışmada öğrenciler rastgele deney ve kontrol grubu olarak iki gruba ayrılmıştır. Kontrol grubuna geleneksel fen bilgisi öğretimi (GFBÖ) yöntemi uygulanmıştır. Deney grubu ise, kavram değişimi yöntemine dayalı öğretim (KDYÖ) ile öğrenim görmüştür. Öğretimden önce her iki gruba ısı ve sıcaklık konusundaki kavramları anlama düzeylerinin tespiti için ISKT, fen bilgisi dersine karşı tutumlarını ölçmek için ise fen bilgisi dersine karşı tutum ölçeği uygulanmıştır. Aynı testler öğretim süresinin bitiminde son testler olarak uygulanmıştır. Çalışma sonucunda deney grubundaki öğrencilerin ISKT'den aldıkları puanlar ile kontrol grubundaki öğrencilerin puanları arasında, deney grubunun lehine, anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada kullanılan öğretim yöntemlerinin, öğrencilerin fen bilgisi dersine karşı tutumlarını değiştirmede etkili olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır.

Dilber (2006), analogi kullanımının ve kavramsal değişim metinlerinin, kavram yanlışlarının giderilmesi ve öğrenci başarısına etkisi araştırmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışmada ayrıca kullanılan yöntemin öğrencilerin fiziğe karşı tutumları üzerine etkisine ve öğrencilerin başarıları ile tutumları arasında bir ilişkinin olup olmadığına da bakılmıştır. Çalışma bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi fen bilgisi öğretmenliği anabilim dalında iki farklı şubede öğrenim gören toplam 95 birinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Şubelerden birisi analogi ve kavramsal değişim metinleri kullanılarak ders anlatılan deney grubu, diğeri ise geleneksel yöntemle ders anlatılan kontrol grubu olarak rastgele seçilmiştir. Çalışmada veri toplama aracı olarak kavram testi, fen alanına yönelik tutum ölçeği ve bilimsel işlem beceri testi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda gerek başarı bakımından gerekse kavram yanlışlarının giderilmesinde, deney grubunun kontrol grubuna oranla daha başarılı olduğu tespit edilmiş ve uygulanan yöntemin öğrencilerin tutumları üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı anlaşılmıştır. Çalışmada ayrıca, öğrencilerin başarıları ile tutum puanları arasında da düşük bir korelasyonun olduğu tespit edilmiştir.

Aydın (2007), fen bilgisi öğretmenliği programı öğrencilerinin geometrik optik konusundaki kavram yanlışlarını tespit etmeyi ve bu kavram yanlışlarını kavramsal değişim metinleriyle

gidermeyi amaçlayan bir çalışma yapmıştır. Çalışmanın birinci aşamasında bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi fen bilgisi öğretmenliği anabilim dalında öğrenim gören 90 ikinci sınıf öğrencisine 19 maddelik üç aşamalı bir test ve klasik sınav uygulanmış, ayrıca bu öğrencilerden rasgele seçilen on öğrenciye 10 açık uçlu sorudan oluşan bir mülakat gerçekleştirilerek kavram yanlışları tespit edilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında ise 90 öğrenciden oluşan örneklem iki gruba ayrılmış ve bunlardan birisi deney, diğeri kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Deney grubunda uygulanacak kavramsal değişim yöntemi için kavramsal değişim metinleri hazırlanmıştır. Birbirlerine paralel olarak deney grubuna KDM yöntemi, kontrol grubuna ise geleneksel ders anlatım yöntemi uygulanmıştır. Daha sonra deney ve kontrol grubuna 19 soruluk test, son-test olarak uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, geometrik optik konusunda kavram yanlışlarını gidermede kavramsal değişim metinlerinin geleneksel ders anlatım yönteminden daha etkili olduğu görülmüştür.

Geban ve Başer (2007), öğrencilerin ısı ve sıcaklık kavramlarını anlamalarında kavramsal değişimin, geleneksel yöntemin ve cinsiyetin etkisini incelemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışma ilköğretim 7. sınıfta okuyan 72 öğrenci ile yürütülmüştür. Isı ve sıcaklık konusu, deney grubunda kavramsal değişim metinleri kullanılarak, kontrol grubunda ise geleneksel öğretim kullanılarak anlatılmıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak kavram başarı testi ve mantıklı düşünme yeteneği testi kullanılmıştır. Çalışmada elde edilen bulgular, ısı ve sıcaklık kavramlarının anlaşılmasında kavramsal değişim metinlerinin kullanıldığı grubun geleneksel öğretimin kullanıldığı gruba göre daha başarılı olduğunu göstermiştir. Ayrıca ısı ve sıcaklık kavramlarının anlaşılmasında cinsiyetin önemli bir faktör olmadığı ve mantıklı düşünme yeteneğinin kavramların anlaşılması açısından önemli olduğu belirtilmiştir. Kavramsal değişim metinleri kavramların anlaşılmasında geleneksel yöntemle göre daha başarılı olmasına rağmen, deney grubundaki öğrencilerde bazı kavram yanlışlarının tam olarak giderilemediği görülmüştür.

Çaycı (2007), öğrencilerin canlıların sınıflandırılması konusunda yer alan kavramları öğrenmeleri ve fen bilimlerine yönelik tutumları üzerinde, kavram değiştirme metinlerinin etkisini incelemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışma bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi ilköğretim bölümü sınıf öğretmenliği anabilim dalında bulunan iki ikinci sınıf şubesindeki toplam 97 öğrenci ile yürütülmüştür. Bu sınıflardan biri araştırmanın deney grubu (48 öğrenci) olarak, diğeri ise kontrol grubu (49 öğrenci) olarak belirlenmiştir. Geleneksel yaklaşımı esas alan öğretim yöntemi kontrol grubunda, kavramsal değişim yaklaşımını esas alan öğretim yöntemi ise deney grubunda uygulanmıştır. Araştırmada veri toplama araçları olarak, araştırmacı tarafından geliştirilen kavram başarı testi ve fen bilimleri tutum ölçeği ile bilimsel işlem becerileri

testi ve Kolb öğrenme stili envanteri kullanılmıştır. Araştırmanın sonuçları şu şekilde özetlenebilir;

- ❖ Kavram öğrenimi üzerinde kavramsal değişim yaklaşımı, geleneksel yaklaşıma oranla daha başarılı sonuçlar vermiştir.
- ❖ Tutumlar üzerinde kavramsal değişim yaklaşımının bir etkisinin olmadığı görülmüştür.
- ❖ Öğretimden bir ay sonra, deney grubu öğrencilerinin elde ettikleri kavram kalıcılık puanları, kontrol grubu öğrencilerinin kalıcılık puanlarından anlamlı düzeyde yüksek çıkmıştır. Bu sonuç, başarının kalıcılığı üzerinde kavramsal değişim yaklaşımının etkisini göstermektedir.
- ❖ Diğer yandan kavram öğrenimi üzerinde, öğrencilerin bilimsel işlem becerilerinin ve öğrenme stillerinin etkisi olduğu sonucuna da ulaşılmıştır.

Sevim (2007), öğretmen adaylarının çözümler ve kimyasal bağlanma konularındaki temel kavramlarda sahip oldukları alternatif kavramları içeren kavramsal değişim metinleri (KDM) hazırlamak ve hazırlanan kavramsal değişim metnlerinin öğretmen adaylarında kavramsal değişimi ne ölçüde gerçekleştirdiğini tespit etmek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışmada ayrıca KDM'nin sürecin hangi aşamasında daha etkili olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi fen bilgisi öğretmenliği anabilim dalında üç farklı şubede öğrenim gören toplam 150 birinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Çalışmada yarı-deneyssel yöntem kullanılmıştır. Rastgele seçilen 2 sınıf deney grubunu oluştururken diğer sınıf kontrol grubunu oluşturmuştur. Deney grubu öğretmen adaylarına ders öncesi ve ders sonrası olmak üzere iki şekilde KDM uygulanırken kontrol grubu öğretmen adayları ise normal öğretimlerine devam etmişlerdir. Çalışmada veri toplamak amacıyla “Kimyasal Bağlar Kavram Başarı Testi” (KBKBT), “Çözümler Kavram Başarı Testi” (ÇKBT), “Bilişsel İşlem Beceri Testi” (BİBT), “Kimya Karşı Tutum Testi” (KKT) ve öğretmen adayı mülakatları kullanılmıştır. Çalışmada KBKBT, ÇKBT öğretmen adaylarının başlangıç seviyelerini belirlemek amacıyla ön-test, çalışma sonucunda öğretmen adaylarında meydana gelen ilerlemeyi ortaya çıkarmak amacıyla son-test ve ilerlemenin kalıcılığının tespiti için geciktirilmiş son-test olarak uygulanmıştır. KKT her üç gruba da ön test ve son test olarak uygulanırken, BİBT sadece ön test olarak uygulanmıştır. Uygulama öncesi ön testlerde deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark tespit edilemezken, son testlerde ve geciktirilmiş son testlerde ise deney ve kontrol grupları arasında KDM'nin süreç öncesi uygulandığı deney grubu lehine anlamlı farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda uygulanan yöntemlerin öğretmen adaylarının kimyaya karşı tutumları arasında deney grupları lehine anlamlı bir fark meydana getirdiği görülmüştür. Çalışma sonunda kavramsal değişim metnlerinin kavram yanlışlarını gidermede ve kavramların kalıcılığında geleneksel yöntemle oranla daha başarılı olduğu belirlenmiştir.

Gürbüz (2008), kavramsal değişim metinlerinin, ilköğretim altıncı sınıfta öğrenim gören öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesine etkisini araştırmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışma bir ilköğretim okulunun iki şubesinde öğrenim gören 51 altıncı sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Şubelerden biri kavramsal değişim metinlerinin uygulandığı deney grubu, diğeri ise geleneksel yöntemin uygulandığı kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Veri toplama aracı olarak üç aşamalı ısı ve sıcaklık kavram başarı testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, deney grubundaki öğrencilerle kontrol grubundaki öğrenciler arasında deney grubu lehine anlamlı farkın olduğunu göstermiştir.

Durmuş (2009), kavramsal değişim metinleri ve deney yönteminin akademik başarıya etkisini ve kavram yanlışlarını gidermede etkili olup olmadığını, öğrenilecek olan kavramların kalıcı olarak kazanılıp kazanılmadığını araştırmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışmada ilköğretim 4. sınıf Fen ve Teknoloji dersinin “Madde ve Dönüşüm” ünitesine ait bazı konular temel alınmıştır. Çalışma üç sınıftaki toplam 104 4. Sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. 4. sınıflarından Deney 1, Deney 2 ve Kontrol grubunu oluşturacak olan üç sınıf tesadüfi olarak seçilmiştir. Çalışmada veri toplama aracı olarak açık uçlu sorulardan oluşan bir test kullanılmıştır. Bu test gruplara ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Deney 1 grubu olarak seçilen sınıfta dersler konularla ilgili deneyler yapılarak, Deney 2 grubuna kavramsal değişim metinleri kullanılarak işlenmiştir. Kontrol grubu dersleri ise geleneksel yöntemle dayalı olarak düz anlatım ağırlıklı işlenmiştir. Çalışmada elde edilen veriler ışığında şu bulgulara ulaşılmıştır: ilköğretim 4. Sınıf madde ve değişim ünitesinin öğretilmesinde, kalıcılığının sağlanmasında ve kavram yanlışlarının giderilmesinde kavramsal değişim metinleri ve deney yönteminin, geleneksel öğretim yöntemine göre daha fazla başarı sağladığı görülmüştür. Ancak, bu iki alternatif öğretim yöntemi arasında kavram yanlışlarının giderilmesi, öğrencilerin başarılı olması ve öğrendiklerinin kalıcı olması bakımından önemli bir fark olmadığı görülmüştür.

Yılmaz (2010), kavramsal değişim metinlerinin, kavram yanlışlarının giderilmesi ve öğrenci başarısına etkisini araştırmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Yapılan çalışmada ayrıca kullanılan yöntemin öğrencilerin fiziğe karşı tutumları üzerine etkisine ve öğrencilerin başarıları ile tutumları arasında bir ilişkinin olup olmadığına da bakılmıştır. Çalışma bir devlet üniversitesinin fen bilgisi öğretmenliği anabilim dalında öğrenim gören iki farklı şubeden 123 ikinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Çalışmada veri toplama aracı olarak geometrik optik kavram testi, fizik tutum ölçeği olmak üzere iki ölçek kullanılmıştır. Çalışmaya dahil edilen şubelerden deney diğeri ise kontrol grubu olarak rastgele seçilmiştir. Deney grubunda dersler kavramsal değişim metinleri kullanılarak işlenmiş, kontrol grubunda ise geleneksel yöntem kullanılmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin tutum ve başarı bakımından kavram

yanılıgılarının giderilmesinde, deney grubunun kontrol grubuna oranla daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.

Tokatlı (2010), kavramsal değişim yaklaşımı, işbirlikli öğrenme ve bilgisayar destekli öğretim yönteminin ilköğretim 7. Sınıf öğrencilerinin maddenin yapısı ve özellikleri ünitesindeki kavram yanılgılarının giderilmesi ve öğrenci başarısına etkilerini araştırmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Ayrıca kullanılan bu yöntemlerin öğrencilerin fen ve teknolojiye yönelik tutumları üzerine etkisine de bakılmıştır. Çalışma iki farklı ilköğretim okulundaki dört farklı şubede öğrenim gören toplam 111 yedinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Şubelerden biri kontrol diğer üç tanesi ise deney grubu olarak rastgele belirlenmiştir. Kontrol grubunda dersler öğretmen kılavuz kitabı doğrultusunda mevcut programa göre işlenirken, deney gruplarının her birinde kavramsal değişim yaklaşımı, işbirlikli öğrenme yöntemi ve bilgisayar destekli öğretime uygun olarak dersler yürütülmüştür. Kavramsal değişim yaklaşımı uygulanan gruba araştırmacılar tarafından hazırlanan kavramsal değişim metinleri kullanılarak dersler işlenmiştir. Bilgisayar destekli öğretim grubunda ise ünite ile ilgili uygun sesli animasyonlar bilgisayar ve projeksiyon yardımıyla öğrencilere sunulmuştur. Çalışmada veri toplama aracı olarak başarı ön testi, maddenin yapısı ve özellikleri son testi, fen dersine yönelik tutum ölçeği kullanılmıştır. Çalışma sonucunda kavramsal değişim yaklaşımının uygulandığı gruptaki öğrencilerin; mevcut program, işbirlikli öğrenme yaklaşımı ve bilgisayar destekli öğretimin uygulandığı gruplara göre daha başarılı oldukları görülmüştür. Araştırmacılar bu sonucu açıklarken öğrencilerin kavramsal değişim metinleri ile sahip oldukları kavram yanılgılarının farkına vardıklarını ve aynı ders saati içerisinde düzeltebilme imkanı bulduklarını söylemişlerdir. Çalışmada ayrıca kavramsal değişim yaklaşımı uygulanan gruptaki öğrencilerin son tutum puanlarının mevcut program uygulanan öğrencilere göre daha fazla olduğu bulunmuştur.

Öner Armağın (2011), meta analiz yöntemi kullanarak kavramsal değişim metinlerinin akademik başarı üzerindeki etkililiği ve çeşitli çalışma karakteristiklerinin etkisini ortaya çıkarmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışmada 42 yayınlanmış ve yayınlamanmış çalışmanın etki büyüklüğü analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda kavramsal değişim metinlerinin, geleneksel öğretim yöntemine göre daha etkili olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte elde edilen bulgular analize dâhil edilen çalışmalar arasında bir yayın yanlılığı olmadığını göstermiştir. Çalışmaların uygulandığı konu alanına göre en büyük etki kimya alanında ve üniversite düzeyinde bulunmuştur. Uygulayıcı etkisi ise çalışmada öğrenci başarısına etki ederek tek anlamlı farklılığı oluşturan etken olarak tespit edilmiştir.

Sarı Ay (2011), ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin ‘Maddenin Halleri ve Isı’ ünitesinin ‘Isı ve Sıcaklık’ konusunda yer alan kavram yanılgıları üzerinde kavramsal değişim metinlerinin etkisini

incelemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışma bir ilköğretim okulunun farklı sınıfında öğrenim gören 40 öğrenci ile yürütülmüştür. Bu sınıflardan biri araştırmanın deney grubu (20 öğrenci) olarak, diğeri ise kontrol grubu (20 öğrenci) olarak belirlenmiştir. Araştırmada veri toplama araçları olarak, çeşitli araştırmacıların hazırladığı ve araştırmacı tarafından geliştirilen kavram başarı testi ve görüşme formu kullanılmıştır. Araştırmanın sonuçları şu şekilde özetlenmiştir;

- ❖ Deney grubu öğrencilerine kavram yanılgılarını gidermeye yönelik uygulanan kavramsal değişim metinleri ile birleştirilmiş deney yöntemi, öğrencilerin kavram başarı testi erişilerini anlamlı düzeyde arttırmıştır.
- ❖ Kontrol grubu öğrencilerine uygulanan geleneksel yaklaşıma uygun deney yöntemi ise, öğrencilerin kavram başarı testi erişilerini yapılan öğretimden sonra anlamlı düzeyde yükseltmiştir.
- ❖ Deney ve kontrol grubu öğrencilerin ön test-son test kavram başarı testi erişileri ortalaması arasındaki farklara bakıldığında (deney grubu için $X_S - X_Ö = 5,9$; kontrol grubu için $X_S - X_Ö = 1,1$), deney grubu öğrencilerinin ön test son test kavram puanlarının ortalamasındaki yükselişin, kontrol grubu öğrencilerinininkinden daha fazla olduğu görülmektedir. Bu duruma göre, kavram öğrenimi üzerinde kavramsal değişim yaklaşımının, geleneksel yaklaşımdan daha etkili sonuçlar verdiği ifade edilebilir.
- ❖ Öğrencilerin, kavramsal değişim metinleri ile yapılan öğretim konusunda görüşleri olumludur.

Karakuyu ve Tüysüz (2011), kavramsal değişim metinlerinin, onuncu sınıf öğrencilerinin elektrik kavramlarını anlamalarına katkısını ve bunların akılda tutulma durumunu araştırmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışma şehir merkezindeki bir lisenin iki sınıfında öğrenim gören toplam 66 onuncu sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Deney grubu, kavramsal değişim metinleri alan 32 kişilik bir sınıf, kontrol grubu ise 34 kişilik geleneksel eğitim alan bir sınıftan oluşturulmuştur. Deney grubuna kavramsal değişim metinleri kullanılarak ders işlenirken, Kontrol grubuna ise geleneksel yöntem kullanılarak ders işlenmiştir. Veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından geliştirilen elektrik ile ilgili kavram testi ve literatürde bulunan mantıksal düşünme yetenek testi kullanılmıştır. Bu testler gruplara ön-test, son-test ve ertelenmiş son-test olarak uygulanmıştır. Çalışma sonucunda mantıksal düşünmenin, uygulamanın ve elektrik kavramıyla ilgili önceki bilgilerin, her birisinin öğrencilerin elektrik kavramlarını anlamalarına önemli bir katkı sağladığı görülmüştür. Bulgular kavramsal değişim metinleri kullanımının, geleneksel öğretimden daha iyi olduğunu ortaya koymuştur. Araştırma sonuçları, kavramsal değişim yaklaşımının, geleneksel eğitimden daha iyi bir bilimsel kavram öğrenimi sağladığını ortaya çıkarmıştır.

Çobanoğlu ve Bektaş (2012), fen ve teknoloji dersinde kullanılan kavramsal değişim metnlerinin ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin “Dolaşım Sistemi” konusu ile ilgili kavramsal değişimini gerçekleştirmeye ve akademik başarılarına etkisini incelemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışma bir ilköğretim okulunun iki farklı şubesinde öğrenim gören toplam 47 6. sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Şubelerden birinde dersler kavramsal değişim metnlerinin uygulandığı deney grubu, diğeri ise Milli Eğitim müfredatı tarafından önerilen yöntemin uygulandığı kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Çalışmada veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından geliştirilen Dolaşım Sistemi Başarı Testi (DSBT) kullanılmış ve bu test deney ve kontrol grubuna ön test-son test olarak uygulanmıştır. Çalışma sonucunda akademik başarı açısından deney grubu lehine anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Ayrıca “Dolaşım Sistemi” konusundaki kavramları anlama açısından, kavramsal değişim yaklaşımlarından olan kavramsal değişim metnlerinin uygulandığı deney grubunun, Milli Eğitim müfredatı tarafından önerilen yöntemin uygulandığı kontrol grubuna göre daha başarılı olduğu görülmüştür. Araştırmacılar bu çalışmadan yola çıkarak öğretmenlerin öğretim etkinlikleri esnasında kavramsal değişim metnlerini kullanmalarının yaygınlaştırılması ve kavramsal değişim metnlerinin hazırlanması ve uygulanması hakkında bilgilendirilmesi için hizmet içi eğitimler düzenlenmesi gerektiğini önermişlerdir.

Ersoy (2012), bilgisayar simülasyonları ve kavramsal değişim metnlerinin, öğrencilerin statik elektrik konusundaki başarılarına ve fiziğe karşı tutumlarına etkilerini araştırmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışma bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi biyoloji öğretmenliği anabilim dalında öğrenim gören 57, kimya öğretmenliği anabilim dalında öğrenim gören 37 öğrenci olmak üzere, toplam 94 birinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Bilgisayar simülasyonları kullanılarak ders anlatılan biyoloji öğretmenliği öğrencilerinden oluşan sınıf deney grubu, kavramsal değişim metinleri kullanılarak ders anlatılan kimya öğretmenliği öğrencilerinden oluşan sınıf ise kontrol grubu olarak seçilmiş ve bu seçim rastgele yapılmıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak, statik elektrik kavram testi ve fizik dersi tutum ölçeği kullanılmıştır. Kavram testi, üç aşamalı çoktan seçmeli sorulardan oluşturulmuştur. Çalışmada deney grubundaki öğrencilere sekiz hafta süreyle elektrik alanlar, gauss yasası ve elektriksel potansiyel konuları bilgisayar simülasyonları kullanılarak, kontrol grubundaki öğrencilere ise kavramsal değişim metinleri kullanılarak anlatılmıştır. Çalışma sonucunda statik elektrik konusunun öğretiminde bilgisayar simülasyonu kullanımı ile kavramsal değişim metinleri uygulanması arasında öğrenci başarısı açısından önemli düzeyde bir fark ortaya çıkmamıştır. Ayrıca kullanılan tekniklerin, öğrencilerin fiziğe karşı tutumlarına istatistiksel olarak önemli düzeyde bir etki yapmadığı görülmüştür.

Yapılan literatür taraması kavramsal değişim metnlerinin, geleneksel öğretim yöntemlerine göre etkili olduğunu göstermektedir. Kavramsal değişim metinleri öğrencilerin kavram yanılgılarını gidermede etkilidir. Bu metinler öğrencilerin bilimsel olarak doğru kabul edilen kavramları kazanmalarını sağlamaktadır. Kavramsal değişim metnlerinin kullanıldığı çalışmaların hemen hemen hepsinde bu metinlerin öğrenci başarısını olumlu etkilediği düşünüldüğünde, radyoaktivite konusundaki kavram yanılgılarının giderilmesinde benzer yöntemin kullanılması ve etkisinin araştırılması oldukça önemlidir.

İlgili literatürde kavramsal değişimi gerçekleştirmeyi amaçlayan çalışmalarda daha çok kavramsal değişim metinleri ile geleneksel yöntemler karşılaştırılmıştır. Ancak, kavram yanılgılarının giderilmesinde kavramsal değişim metnlerinin diğer yöntemlerle karşılaştırıldığı çalışmalar da bulunmaktadır. Kavram yanılgılarını giderilmesinde kavramsal değişim metnlerinin etkisini hem bilgisayar destekli öğretimin etkisi hem de geleneksel yöntemin etkisi ile karşılaştıran çalışma ise çok azdır. Bu nedenle, kavram yanılgılarının giderilmesinde kavramsal değişim metnlerinin etkisi ile bilgisayar destekli öğretimin ve geleneksel yöntemin etkisinin karşılaştırılması araştırılmaya değer bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yapılan bu araştırmada, kavram yanılgılarının giderilmesinde kavramsal değişim metnlerinin, bilgisayar destekli öğretimin ve geleneksel yöntemin etkisi karşılaştırılacaktır. Dolayısıyla kavram yanılgılarının giderilmesinde bilgisayar destekli öğretimin kullanıldığı araştırmaların da incelenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda aşağıda bilgisayar destekli öğretimin kavram yanılgılarının giderilmesinde kullanıldığı bazı çalışmalar özetlenmiştir.

2.4.Bilgisayar Destekli Öğretim İle İlgili Kaynak Özetleri

Hızla gelişen bilim ve teknoloji, eğitim-öğretim alanında yeni teknolojilerin kullanılmasına olanak sağlamıştır. Eğitim-öğretim alanında en çok kullanılan teknoloji ise şüphesiz bilgisayarlardır. Yapılan araştırmalar, bilgisayarların öğrencilerin başarılarını ve tutumlarını artırmada, öğrenmelerini kolaylaştırmada olumlu etkileri olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda kavram öğretiminde ve kavram yanılgılarını gidermede etkili olduğunu gösteren araştırmalar da vardır. Aşağıda bu çalışmaların bazıları kısaca özetlenmiştir.

Büyükkasap vd. (1998), ilköğretimde bilgisayar destekli fen öğretiminin ışık konusundaki kavram yanılgıları üzerine etkisini araştırmak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada öncelikle bir ilköğretim okulunun iki ayrı 4. sınıfında öğrenim gören öğrencilerin ışık konusundaki kavram yanılgılarını bir anket kullanarak tespit etmişlerdir. Daha sonra ışık konusu bu sınıflardan birine düz anlatım metodu kullanılarak diğerine ise bilgisayar destekli öğretim metodu kullanılarak

anlatılmıştır. Uygulama yapıldıktan sonra öğrencilere ön test olarak uygulanan anketi son test olarak uygulamışlardır. Çalışma sonucunda bilgisayar destekli fen öğretiminin, öğrencilerin kavram yanlışlarının düzeltilmesinde daha etkili olduğu bulunmuştur.

Tao ve Gunstone (1999), 10. Sınıf öğrencilerinin mekanik konusundaki kavramsal değişim sürecini incelemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışmada öğrencilerin kavram yanlışları ile yüzleşmesini sağlamak amacıyla bilgisayar simülasyonları geliştirilmiştir. Öğrencilerdeki kavramsal değişimi belirlemek için kavramsal bir test ön test, son test ve geciktirilmiş son test olarak öğrencilere uygulanmıştır. Öğrenciler bilgisayar simülasyonlarını çiftler halinde işbirlikçi bir yaklaşımla kullanmış ve bir çalışma yaprağı çerçevesinde tahmin-gözlem-açılmalarda bulunmuşlardır. Çalışma sürecinde 12 öğrenciye ilişkin veriler kaydedilmiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin kavram yanlışları ile bilimsel kavramlar arasında bocaladığı görülmüş ve öğretim süresince kavramsal değişimin kararsız olduğu tespit edilmiştir.

Monaghan ve Clement (2000), simülasyonların görelî hareketle ilgili kavramsal değişime etkisini incelemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışma lise fen alanında iki sınıfta öğrenim gören toplam 38 öğrenci ile yürütülmüştür. Çalışmada öğrencilerinin simülasyonlarla etkileşimi sağlanmıştır. Bu öğrencilerin gözlem-tahmin-açıklamada bulunmalarına fırsat verilmiştir. Çalışmada veri elde etmek amacıyla öğrenciler etkileşim sürecinde videoya alınmıştır. Ayrıca kavramsal değişimin ölçülmesi için bir teşhis testi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda simülasyonların öğrencilerde zihinsel karmaşıklara yol açarak öğrencilerin kavramlarını gözden geçirmelerine ve tartışmalarına olanak sağladığı görülmüştür.

Jimoyiannis ve Komis (2001), öğrencilerin hız ve ivme konularındaki kavram yanlışlarını gidermede bilgisayar simülasyonlarının etkisini geleneksel yöntemin etkisi ile karşılaştırmak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışma 15-16 yaşlarındaki öğrencilerden oluşan iki grup (deney ve kontrol) ile yürütülmüştür. Çalışmada deney grubunda simülasyon destekli öğretim, kontrol grubunda ise geleneksel öğretim uygulanmıştır. Çalışma sonucunda bilgisayar simülasyonlarının öğrencilerin hız ve ivme konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde geleneksel yöntemle göre daha etkili olduğu görülmüştür. Araştırmacılar çalışmalarında elde ettikleri sonuca göre bilgisayar simülasyonlarının alternatif bir öğretim aracı olarak kullanılabileceğini söylemektedirler.

Şengel vd. (2002), fizik dersi ile birlikte verilen bilgisayar benzetişimli deneylerin yer değiştirme ve hız kavramlarını anlamadaki etkisini yine dersle birlikte verilen geleneksel laboratuvar çalışması ile karşılaştırmak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışma bir özel okulda okumakta olan ve iki ayrı sınıfta bulunan toplam 61 adet 10. sınıf fen sınıfı öğrencisi ile

yürütülmüştür. Bu sınıflardan biri (31 kişi) deney, diğeri ise (30 kişi) ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Yer değıştirme ve hız kavramlarını anlatmak için deney grubuna bilgisayar simülasyonlu deney, kontrol grubuna da geleneksel laboratuvar yöntemi uygulanmıştır. Veri toplama aracı olarak Hız ve Yer değıştirme Kavramları Başarı Testi ve Mantıksal Düşünme Yeteneğı Testi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda bilgisayar benzetişimli deneylerden faydalanan öğrenci grubunun hız ve yer değıştirme kavramlarını anlamada daha iyi oldukları ortaya çıkmıştır.

Coştu, Çepni ve Yeşilyurt (2002), hal değışimi ile ilgili olarak belirlenen yanlışları ortadan kaldırmada kullanılmak üzere bilgisayar destekli bir rehber materyal geliştirmek ve hazırlanan bu materyalin öğrencilerde görülen kavram yanlışlarını gidermedeki etkisini incelemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışma bir ilköğretim okulunda aynı öğretmenin girdiğı iki sınıftaki toplam 54 sekizinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Sınıflardan birine bilgisayar destekli materyal (Deney Grubu n=27) kullanılarak konu sunulurken, diğ er gruba ise dü z anlatım metodu (Kontrol Grubu n=27) kullanılarak konu sunulmuştur. Çalışmada veri toplama aracı olarak aynı hedef davranışları ölçmeye yönelik farklı sorulardan oluşan bir ön test ve bir son test kullanılmıştır. Çalışma sonucunda hal değışimi konusu ile ilgili öğrencilerde var olan kavram yanlışlarını giderme ve öğrencilerin başarılarını artırma açısından bilgisayar destekli olarak hazırlanan materyalin dü z anlatım metoduna nazaran daha etkili bir uygulama olduğı görülmüştür.

Tunca (2003), çalışmasında Newton fiziğıne odaklanan, "gözlemleyerek çalışma" ve "programlayarak çalışma" adlı iki modu destekleyen "Fiziksel Dünya" adlı sanal laboratuvar programını geliştirmiş ve bu programın öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilmesi üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmada toplam altı lise iki öğrencisi altışar saat "Fiziksel Dünya"yı kullanmış, bir eğitimci yardımı ile, kuvvet ve hareket kavramlarını çalışmışlardır. İki öğrenci "gözlemleyerek çalışma" modu, iki öğrenci "programlayarak çalışma" modu ve iki öğrenci her iki modun karışımı ile çalışmıştır. "Gözlemleyerek çalışma" modunda hareket, bilgisayarın bildiğı denklemlere göre hesaplanmaktadır. "Programlayarak çalışma" modunda ise öğrenciler hareket denklemlerini yazmakta ve hesaplamalar bu denklemlere göre yapılmaktadır. Çalışmada veri toplama aracı olarak FCI'dan seçilmiş 10 soruluk bir kuvvet kavram testi kullanılmış ve bu test ön test ve son test olarak öğrencilere uygulanmıştır. Öğrencilerin test sonuçları, "Fiziksel Dünya"nın iki modunun ve iki modun birlikte kullanımının, kavram yanlışları üzerinde etkilerinin bulunması için incelenmiştir. Öğrencilerin çalışmalar sırasındaki faaliyetleri, her grup için, "Fiziksel Dünya"nın bilimsel düşünme üzerindeki etkisinin bulunması için incelenmiştir. Çalışma sonucunda "programlayarak çalışma" modunun bilimsel düşünmeye pozitif etkisi için kanıtlar bulunmuştur. Ayrıca iki modun birlikte kullanımının kavram yanlışlarına pozitif etkisi olduğı görülmüştür.

Köse, Ayas ve Taş (2003), lise son sınıftaki öğrencilerde fotosentez konusunda görülen kavram yanlışlarının giderilmesinde bilgisayar destekli öğretimin (BDÖ) etkisini araştırmak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışma düz lisede, aynı öğretmenin iki farklı sınıfında öğrenim gören toplam 53 lise üçüncü sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Sınıfın biri deney (26 öğrenci) ve diğeri ise kontrol (27 öğrenci) grubu olarak rastgele belirlenmiştir. Çalışmada kavram yanlışlarını belirleyebilmek için açık uçlu ve çoktan seçmeli 13 sorudan oluşan bir test kullanılmıştır. Hazırlanan bu test her iki gruba ön-test ve son-test olarak uygulanmıştır. Kontrol grubunda geleneksel öğretim yöntemi kullanılmış ve konu öğretmen tarafından klasik olarak anlatılmıştır. Formüller, şekiller, reaksiyonlar tahtaya çizilmiş ve konu ile ilgili sorular çözülmüştür. Deney grubunda ise aynı öğretmen araştırmacılar tarafından fotosentez konusunda geliştirilen BDÖ materyalini kullanmıştır. Çalışma sonucunda fotosentez ile ilgili kavram yanlışlarının giderilmesinde BDÖ'nün geleneksel öğretim metoduna göre daha etkili olduğu ortaya çıkmıştır.

Demirci (2004), web tabanlı fizik programının öğrencilerin kuvvet ve hareket konularındaki başarı ve kavram yanlışlarına etkisini araştırmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Deneysel-benzeri çalışma, ABD'nin Florida eyaletindeki iki devlet lisesinde, ikisi kontrol üçü deneysel grup olmak üzere toplam 125 öğrenci ile yürütülmüştür. Çalışmada verileri elde etmede tek çeşit bir test -kuvvet ve hareket kavram testi- kullanılmıştır. Çalışmada 10 haftalık program boyunca kontrol grup geleneksel yolla tamamen normal öğretim görmüş, deneysel grup ise ders zamanının haftalık olarak %30'nu web tabanlı olan fizik (kuvvet ve hareket konulu) programını bilgisayar laboratuvarında bu programı kullanarak geri kalan kısmını normal öğretimine devam ederek işlemiştir. Deneysel grubun kullandığı fizik programı Anderson tarafından geliştirilmiştir. İnternet üzerinden kullanılan bu program fiziğin birçok konusunu kapsamasına karşın araştırmanın amacına göre sadece kuvvet ve hareket konuları seçilmiştir. Bu program, çalışma kısmı, multimedya kısmı ve quiz kısmı şeklinde üç farklı modülden oluşmaktadır. Çalışma sonucunda kuvvet ve hareket konularındaki kavram yanlışlarının giderilmesinde normal dersle birleştirilen web tabanlı programın kullanıldığı grubun (deney) daha başarılı olduğu görülmüştür.

Karamustafaoğlu, Aydın ve Özmen (2005), bilgisayar destekli öğretim ile geleneksel öğretim yöntemlerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının 'Basit Harmonik Hareket' konusuna ilişkin kavramsal öğrenmeleri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışma bir devlet üniversitesinin fen bilgisi öğretmenliği programında öğrenim gören 50 birinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Çalışmada rastgele atama yoluyla seçilen 25 öğrenci deney grubu ve 25 öğrenci ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Çalışmada veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından geliştirilmiş dört açık uçlu soruyu kapsayan bir ölçme aracı kullanılmıştır. Deney grubu öğrencilerine konu öğretiminde, Interactive-Physics programı yardımıyla araştırmacılar tarafından geliştirilen bir yazılımın simülasyon uygulamaları

kullanılmıştır. Kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda deney grubuna uygulanan dinamik sistemli simülasyon programıyla gerçekleştirilen öğretimin, kontrol grubuna uygulanan geleneksel yöntemlerle yürütülen öğretime göre daha başarılı olduğu görülmüştür.

Kim, Park, Lee ve Lee (2005), sanal gerçeklik simülasyonlarının öğrencilerin bilişsel karmaşıklığına ve kavramsal değişime etkisini incelemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada bu amaçla bir nesnenin hareketinde sanal gerçeklik sistemi sunan bir simülasyon geliştirilmişlerdir. Bu simülasyonun nesnenin hareketinin anlaşılmasında kavram yanılgıları açısından öğrencilerin iç çatışmalarını tetiklediği görülmüştür. Aynı zamanda bu program öğrencilerin motive olmalarını sağlamıştır. Bu simülasyon sayesinde öğrenciler simüle fiziksel olguların birçok farklı özelliğini kullanarak bilimsel kavramları kendileri elde etmişlerdir. Program sayesinde öğrenciler kavramları daha sağlam yapılandırmışlardır. Çalışma sonucunda sanal gerçeklik simülasyonunun öğrencilerin kavram yanılgılarının düzeltilmesinde çok etkili araçlar olduğu görülmüştür.

Saka ve Yılmaz (2005), 9. sınıf fizik öğretim programındaki “Madde ve Elektrik” ünitesinin Elektrostatik konusunda öğrencilerin anlamakta zorluk çektikleri kavramlarla ilgili, bilgisayar destekli çalışma yapraklarına dayalı öğretim materyali geliştirmek ve başarı düzeyine etkisini araştırmak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışma 2003-2004 eğitim-öğretim bahar yarısında bir ildeki çok programlı bir lisenin 9. sınıfında öğrenim gören toplam 44 (22 deney, 22 kontrol) öğrenci ve dört fizik öğretmeni ile yürütülmüştür. Çalışma yarı deneysel yöntem kapsamında ön test-son test kontrol grubu desene dayalı olarak yapılmıştır. Araştırma kapsamında, elektrostatik konusunda öğrencilerin anlamakta zorluk çektikleri kavramlarla ilgili, bilgisayar ortamında 6 çalışma yaprağından oluşan CD niteliğinde bir öğretim materyali en uygun tasarım yazılımı “Macromedia Flash5” seçilerek geliştirilmiştir. Çalışma sonucunda bilgisayar destekli fizik öğretime yönelik çalışma yapraklarının fizik alanındaki madde ve elektrik ünitesinin elektrostatik konusuyla ilgili kavramların öğretiminde başarıyı yükselten bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.

Ünal (2007), kimyasal bağlar konusunun öğretiminde kavramsal değişim metinleri (KDM) ile bilgisayar destekli öğretim (BDÖ) materyalinin birlikte kullanımının öğrenci fikirlerindeki kavramsal değişimi sağlamada ne derece etkili olduğunu araştırmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışma dört aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada, literatürde kimyasal bağlar konusuyla ilgili öğrencilerde görülen kavram yanılgıları belirlenmiştir. İkinci aşamada, belirlenen bu yanılgıların olası nedenleri hakkında 4 kimya öğretmeni ve 2 alan eğitimcisiyle yarı yapılandırılmış mülakatlar yapılmıştır. Üçüncü aşamada, yanılgılar ve olası nedenleri dikkate

alınarak, çalışmada kullanılan kavramsal değişim metinleri, BDÖ materyali ve öğretmen rehber materyalleri geliştirilmiş ve pilot uygulamaları yapılmıştır. Çalışmanın dördüncü aşamasında ise, öğretim materyalleri bir Müfredat Laboratuvar Okulunda öğrenim gören 30 lise 1 öğrencisine uygulanarak, çalışmanın amacına yönelik veriler toplanmıştır. Çalışmada veri toplama araçları olarak kavram başarı testi ve yarı yapılandırılmış mülakatlar kullanılmıştır. Kavram başarı testi ön, son ve gecikmiş test olarak örnekleme uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, hazırlanan öğretim materyalinin kavramsal değişimi sağlamada başarılı olduğu ve bu değişimin öğrenci zihninde kalıcı olduğu görülmüştür.

Hançer (2007), ilköğretim 7.sınıf öğrencilerinin hareket ve kuvvet konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde araştırmacı tarafından daha önce geliştirilen, yapılandırmacı yaklaşıma dayalı bilgisayar destekli öğrenme yönteminin etkisini araştırmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışma bir ilköğretim okulunun 7. sınıfında öğrenim gören toplam 59 öğrenci ile yürütülmüştür. 7. sınıf öğrencilerinin bir şubesi (29 öğrenci) deney grubu diğer şubesi (29 öğrenci) kontrol grubu olarak seçilmiştir. Çalışmada veri toplama aracı olarak Öğrencilerin “Hareket ve Kuvvet” konusundaki kavram yanlışlarını belirlemek amacı ile araştırmacı tarafından geliştirilen 20 adet çoktan seçmeli sorudan oluşan hareket ve kuvvet kavram testi kullanılmıştır. Çalışmada öncelikle öğrencilerin hareket ve kuvvet konusunda sahip oldukları kavram yanlışları tespit edilmiştir. Daha sonra, hareket ve kuvvet konusu deney grubuna yapılandırmacı yaklaşıma dayalı bilgisayar destekli öğretim yöntemi kullanılarak, kontrol grubuna ise geleneksel öğretim yöntemi kullanılarak öğretilmiştir. Çalışma sonunda, deney ve kontrol grubuna son test olarak “hareket ve kuvvet” kavram testi tekrar uygulanmıştır. Sonuçta; öğrencilerin, hareket ve kuvvet konusu ile ilgili olarak sahip oldukları kavram yanlışlarının giderilmesinde yapılandırmacı yaklaşıma dayalı bilgisayar destekli öğretimin, geleneksel öğretim yöntemine göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Gülçiçek (2009), geleneksel doğrulayıcı laboratuvar yaklaşımına göre yaptırılan temel fizik deneylerinin bilgisayar simülasyonları ile desteklenmesinin, öğrencilerin temel mekanik konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesindeki rolünü araştırmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışmanın birinci bölümünde, veri toplama aracı olarak kullanılacak olan üç aşamalı Temel Mekanik Kavram Testi (TMKT) hazırlanmış ve teste ilişkin istatistiksel analizlerin yapılabilmesi amacıyla 166 öğrenciyle ön uygulama yapılmıştır. Uygulama sonucunda kavram yanlışlığı ve başarı puanları açısından değerlendirilerek testin güvenilirliği ve geçerliği hesaplanmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde ise temel fizik deneylerini destekleyen simülasyonlar Interactive Physics programı ile geliştirilmiş ve bazı grafikler Modulus programı ile desteklenmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin simülasyonları kolaylıkla kullanabilmeleri için her bir simülasyon için kılavuz hazırlanmıştır. Ayrıca uygulama öncesi öğrencilere simülasyonun

kullanımı ile ilgili hazırlık uygulaması yaptırılmıştır. Çalışma bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi ilköğretim matematik eğitimi anabilim dalı'nın A-B şubelerinde öğrenim gören ve 2006–2007 eğitim-öğretim yılının ilk yarısında temel fizik laboratuvar dersini alan toplam 93 birinci öğretim öğrencisi ile yürütülmüştür. Kontrol grubundaki 48 öğrenci ile sadece geleneksel doğrulama laboratuvar yaklaşımına göre, deney grubundaki 45 öğrenciyle ise bilgisayar simülasyonlarıyla desteklenmiş geleneksel doğrulama laboratuvar yaklaşımına göre dört haftalık bir öğretim süreci yürütülmüştür. Uygulama öncesi ve sonrasında tüm öğrencilere ön test ve son test olarak üç aşamalı TMKT testi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda deney grubundaki öğrencilerin kavram yanlışlarında, kontrol grubuna kıyasla anlamlı bir azalma olmuştur. Fakat kavram yanlışları taksonomisindeki alt boyutlara göre yapılan analizler sonucunda bu anlamlı farklılığın sadece bazı boyutlar için geçerli olduğu belirlenmiştir.

Minaslı (2009), öğrencilerin “Atomun Yapısı”, “Elektronların Dizilimi ve Kimyasal Özellikler”, “Kimyasal Bağ”, “Bileşikler ve Formülleri” konularının öğretiminde model ve simülasyon kullanımının başarıya, kavram öğrenmeye ve hatırlamaya etkisinin olup olmadığını araştırmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışma bir ilköğretim okulunun 7-A, 7-B, 7-C şubelerinde eğitim öğretim gören toplam 64 öğrenci ile yürütülmüştür. Bu öğrencilerin 21'i 1. deney grubu, 23'ü 2. deney grubu, 20'si ise kontrol grubu olarak seçilmiştir. Deney 1 grubundaki dersler, geleneksel yöntemin yanında model tekniği ile işlenmiştir. Öğrenciler aktif olarak derse katılmış konu ile ilgili modelleri kendileri oluşturmuştur. Ayrıca hazır modeller sınıfa getirilerek öğrencilerin onları detaylı olarak incelemeleri sağlanmıştır. Deney 2 grubunda geleneksel yöntemin yanında simülasyon tekniği ile dersler işlenmiştir. Konu ile ilgili simülasyonlar öğrenciler tarafından okulun bilgisayar laboratuvarında veya sınıfa getirilen bilgisayar ve projeksiyon yardımı ile yapılmıştır. Kontrol grubunda ise dersler geleneksel yöntemle yürütülmüştür. Çalışmada veri toplama aracı olarak Bilimsel Başarı Testi (BBT) ve kavram bilgisi testi kullanılmıştır. Uygulama öncesinde ve sonrasında bütün gruplara bu testler uygulanmış; yapılan etkinliklerin başarıya ve kavram öğrenmeye etkisi değerlendirilmiştir. Çalışma bittikten 8 hafta sonra BBT ve kavram bilgisi testi tekrar verilerek uygulamanın hatırlamaya etkisi incelenmiştir. Başarı açısından gruplar incelendiğinde, model tekniği ile simülasyon tekniği arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemişken; deney tekniği ile geleneksel yöntem arasında ve simülasyon tekniği ile geleneksel yöntem arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Hatırlama açısından gruplar incelendiğinde, model tekniği ile geleneksel yöntem arasında model tekniği lehine, simülasyon tekniği ile geleneksel yöntem arasında simülasyon tekniği lehine ve simülasyon tekniği ile model tekniği arasında simülasyon tekniği lehine anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Grupların kavram öğrenme durumları incelendiğinde, simülasyon tekniğinin, model tekniğine göre; model tekniğinin, geleneksel yöntemle göre kavramsal gelişim açısından daha etkili olduğu görülmüştür.

İlbi (2009), bazı kimya konularındaki kavram yanlışlarını önleyebilmede, Ausubel'in sunuş yoluyla öğretim modeli ile bilgisayar destekli öğretim yönteminin yeterlilik ve sınırlılıklarını belirlemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışma 2005-2006 eğitim-öğretim yılı 2. döneminde bir fen lisesinden 68 öğrenci ve bir düz liseden 76 öğrenci ile yürütülmüştür. Her iki öğretim kurumunda da kura yöntemiyle sınıflardan biri deney, diğeri kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Uygulamanın yapıldığı öğrenciler lise 2. ve lise 3. sınıf öğrencileridir. Kontrol grubunda konular Ausubel'in sunuş yoluyla öğretim yöntemiyle öğretmen tarafından işlenmiştir. Deney grubunda ise sunuş yoluyla öğretim yöntemine göre hazırlanmış olan bilgisayar materyalinin, bilgisayar destekli öğretim yöntemine göre öğrenciler tarafından kullanılması sağlanmıştır. Uygulama öncesi ve sonrasında tüm gruplara çoktan seçmeli başarı testi ve kimyaya karşı tutum ölçeği uygulanmıştır. Çalışma sonunda; deney grubunda bulunan, bilgisayar destekli öğretimden yararlanan öğrencilerin kimyaya karşı tutumlarında, kontrol grubuna göre anlamlı farklar oluşmuştur. Öğrenci başarılarına bakıldığında ise, her iki grupta da çalışma sonunda başarıda artış görülmüştür.

Kahraman ve Demir (2011), bilgisayar destekli 3D öğretim materyallerinin atomun yapısı ve orbitaller konusu ile ilgili öğrencilerde görülen kavram yanlışlarını gidermedeki etkisini incelemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışmanın örneklemini fen bilgisi öğretmenliği birinci sınıfta öğrenim gören toplam 145 (Deney grubu=72; Kontrol grubu=73) öğrenci oluşturmuştur. Deney grubuna atomun yapısı ve orbitaller konusu 3D Max 9 programıyla araştırmacılar tarafından üç boyutlu olarak geliştirilen resim, animasyon ve simülasyonlarla bilgisayar destekli öğretim yöntemiyle anlatılmıştır. Ayrıca, deney grubundaki öğrencilere her ders sonrası bilgisayar laboratuvarında uygulama imkânı tanınmıştır. Kontrol grubunda ise ders iki boyutlu resim ve animasyonlarla desteklenerek geleneksel yöntemle yürütülmüştür. Veri toplama aracı olarak atomun yapısı ve orbitaller konusunda on üç adet açık uçlu soru içeren bir test kullanılmıştır. Çalışma sonucunda kavram yanlışlarının giderilmesinde bilgisayar destekli öğretim yönteminin geleneksel öğretim yöntemine göre çok daha etkili bir yöntem olduğu görülmüştür.

Literatürdeki bu çalışmalar incelendiğinde, bilgisayar destekli öğretim kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Genellikle yapılan çalışmalarda bilgisayar destekli öğretim geleneksel yöntemlerle karşılaştırılmıştır. Kavram yanlışlarının giderilmesinde bilgisayar destekli öğretimin etkisini, kavramsal değişim metinlerinin etkisi ve geleneksel yönteminin etkisi ile karşılaştıran çalışma ise çok azdır. Bu çalışmada literatürdeki bu eksiklik göz önüne alınmış ve giderilmeye çalışılmıştır.

2.5.Öğrencilerin Fizik Dersine Yönelik Tutumları İle İlgili Kaynak Özetleri

Yüksel Gülçiçek (2004), kavramsal değişim metnlerinin 10. sınıf öğrencilerinin manyetizma kavramlarını anlamadaki başarılarına ve fizik konularına olan tutumlarına etkisini geleneksel fen metinleri ile karşılaştırarak inceleme amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışma bir lisenin iki ayrı sınıfındaki 46 10. sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Çalışma kapsamında deney ve kontrol grubu olmak üzere iki grup oluşturulmuştur. Deney grubuna kavramsal değişim metinleri yöntemi, kontrol grubuna ise geleneksel öğretim yöntemi uygulanmıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak Manyetizma Kavram Testi ve Fizik Tutum Ölçeği kullanılmıştır. Çalışma sonucunda kavramsal değişim metinlerinden faydalanan öğrencilerin manyetizma ile ilgili başarılarının, geleneksel fen metinlerinden faydalanan öğrencilerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca, kavramsal değişim metinlerinden faydalanan öğrencilerin fizik dersine karşı tutumlarının geleneksel fen metinlerinden faydalanan öğrencilerden daha pozitif olduğu tespit edilmiştir.

Yiğit (2004), “yerçekimi potansiyel enerjisi” konusunda, bilgisayar destekli uygulamaların, öğrencilerin bilişsel başarı ve tutumlarına etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışma genel lise kapsamındaki mevcudu 40 kişilik bir fen sınıfından 8 öğrenci ile yürütülmüştür. Çalışmada, kontrolsüz ön test-son test deneysel yaklaşımı ile mevcut gruba geliştirilen bilgisayar destekli öğretim programı uygulanmıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak kapalı ve açık uçlu 6 sorudan oluşan bir başarı testi ile öğrencilerin “fizik”, “bilgisayar destekli öğretim” ve “enerji” konularına yönelik tutumlarını tespit etmek amacıyla 36 maddelik likert tipi bir tutum anketi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin, fizikle ilgili tutum puanları ortalamalarında uygulama öncesine göre bir değişiklik gözlenmemiştir.

Tekmen (2006), ortaöğretim 9. sınıfta verilen fizik dersinde bilgisayar destekli eğitimin öğrenci erişimine, öğrencilerin derse karşı tutumlarına ve kalıcılığa etkisini incelemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışma bir ilçenin Mesleki ve Teknik Eğitim Merkezi Lisesinde iki ayrı şubede öğrenim gören 9. sınıf öğrencileri ile yürütülmüştür. Şubelerden biri deney ve diğeri ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Deney grubuna bilgisayar destekli eğitim uygulanırken kontrol grubunda geleneksel yolla öğretim yapılmıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak Fizik Başarı Testi ve Fizik Dersi Tutum Anketi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda fizik dersi BDE ile yapılan deney grubunun tutum puan ortalaması ve geleneksel öğretiminin yapıldığı kontrol grubunun tutum puan ortalamaları arasında deney grubu lehine anlamlı fark bulunmuştur.

Gönen, Kocakaya ve İnan (2006), yapmış oldukları çalışmada bilgisayar destekli öğretim ile bütünleştirici Öğretimin 7E modelinin öğrencilerin fizik başarı ve tutumlarına etkisini incelemiştirlerdir. Çalışma 33 lise 1. sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Çalışmada veri toplama aracı

olarak çoktan seçmeli 29 sorudan oluşan bir başarı testi ve fizik tutum ölçeği kullanılmıştır. Çalışma kapsamında kontrol ve deney grubu oluşturulmuştur. Gruplar, başarı ve tutum ön-test sonuçları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmayan iki şubenin öğrencilerinden seçilmiştir. Gruplardan deney grubuna bilgisayar destekli öğretim, kontrol grubuna ise bütünleştirici öğretimin 7E modeline göre ders işlenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar öğrencilerin fiziğe karşı tutumlarının öğretim yöntemlerinden etkilenmediğini göstermiştir.

Ceylan (2008), ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin elektrik ünitesinin öğretiminde kavramsal değişim yaklaşımı ile desteklenmiş yapılandırmacı öğretim modelinin öğrenci başarısı ve tutumuna etkisini araştırmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışma bir ilköğretim okulunun iki altıncı sınıfında öğrenim gören toplam 53 öğrenci ile yürütülmüştür. Sınıflardan biri araştırmanın deney grubu (24 öğrenci) olarak, diğeri ise kontrol grubu (29 öğrenci) olarak belirlenmiştir. Araştırmada veri toplama araçları olarak, araştırmacı tarafından geliştirilen kavram başarı testi ve fen bilimleri tutum ölçeği kullanılmıştır. Çalışma sonucunda tutum testi bakımından hem deney grubunda hem de kontrol grubunda ön test ile son test arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P>0.05$). Bu sonuç, tutumlar üzerinde kavramsal değişim yaklaşımının bir etkisinin olmadığını göstermiştir.

Ergörün (2010), öğrencilerin başarılarını ve fizik dersine ilişkin tutumlarını artırmada bilgisayar destekli öğretim ile geleneksel öğretim yöntemini karşılaştırmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışma Kız Teknik ve Meslek Lisesi dokuzuncu sınıfında öğrenim gören toplam 62 öğrenci ile yürütülmüştür. Çalışmanın örneklemini deney grubu ve kontrol grubu olmak üzere rastgele iki gruba ayrılmıştır. Kontrol grubuna geleneksel anlatım yöntemiyle, deney grubuna ise bilgisayar destekli öğretim yöntemiyle ders anlatılmıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak öğrencilerin fizik başarı seviyelerini belirleyen fizik başarı testi ve fizik dersine karşı tutumlarını ölçen fiziğe karşı tutum ölçeği kullanılmıştır. Çalışma sonucunda bilgisayar destekli öğretim yöntemiyle eğitim gören öğrencilerin fizik dersine ilişkin tutumları ile geleneksel anlatım yöntemiyle eğitim gören öğrencilerin fizik dersine ilişkin tutumları arasında anlamlı bir fark oluşmasa da Fizik dersine ilişkin tutumlarını önemli bir oranda arttırdığı görülmüştür.

Yılmaz (2010), çalışmasında kavramsal değişim metinlerinin, kavram yanlışlarının giderilmesi ve öğrenci başarısına etkisini araştırmış ve ayrıca kullanılan yöntemin öğrencilerin fiziğe karşı tutumları üzerine etkisini de incelemiştir. Çalışma bir devlet üniversitesinin Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalının iki farklı şubesinde öğrenim gören 123 ikinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Şubelerden birisi kavramsal değişim metinleri kullanılarak ders işlenen deney, diğeri ise geleneksel yöntemle ders anlatılan kontrol grubu olarak seçilmiştir. Çalışmada veri

toplama aracı olarak Geometrik Optik Kavram Testi ve Fizik Tutum Ölçeği kullanılmıştır. Bu veri toplama araçları öğrencilere ön test-son test olarak uygulanmıştır. Grupların fizik dersine karşı tutumlarına yönelik t testi sonuçları, uygulama öncesinde grupların tutumlarının ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farkın olmadığını ortaya koymuştur ($t_{sd}=-0,82$; $p=0.408$; $p>.05$). Grupların fizik dersine karşı tutumlarına yönelik t testi sonuçları, uygulama sonrasında ise grupların tutumlarının ortalamaları arasında istatistiksel olarak deney grubu lehine anlamlı bir farkın olduğunu ortaya koymuştur ($t_{sd}= 6.30$; $p=0.000$; $p<.05$). Çalışma sonucunda kavramsal değişim metinleri kullanımının öğrencilerin fizik tutumunu artırmada geleneksel yöntemle göre daha etkili olduğu görülmüştür.

Güvercin (2010), ortaöğretim 9. sınıf fizik dersinde simülasyon destekli yazılım yardımıyla eğitimin öğrencilerin akademik başarısına, derse karşı tutumlarına ve kalıcılığa etkisini araştırmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışma lise 9. sınıfta iki ayrı şubede öğrenim gören toplam 102 öğrenci ile yürütülmüştür. Şubelerden biri deney, diğeri ise kontrol grubu olarak seçilmiştir. Deney grubu 50, kontrol grubu 52 kişiden oluşmaktadır. Araştırma süresince deney grubuna geleneksel öğretimin yanı sıra simülasyon destekli yazılım ile, kontrol grubuna ise sadece geleneksel öğretim yöntemiyle ders işlenmiştir. Çalışmada veri toplama aracı olarak Fizik Başarı Testi (FBT) ve Fizik Tutum Anketi (FTA) kullanılmıştır. Çalışma sonucunda deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin Fizik Tutum Anketi son test puanları ile ön test puanlarının farkları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Acar (2011), çalışmasında, 2002–2011 yılları arasında fizik, kimya, biyoloji ve matematik alanları eğitiminde yapılmış, bilgisayar destekli öğretimin tutuma etkisinin, geleneksel yöntem ile karşılaştırıldığı nicel çalışmaları meta analiz yöntemini kullanarak incelemiştir. Çalışma kapsamında konu ile ilgili 142 yüksek lisans ve doktora, 45 makale ve bildirinin bulunduğu çalışma havuzundan dâhil edilme kriterlerine uygun 56 adet çalışma meta analiz yöntemiyle birleştirilmiştir. 4761 tane deneğin örnekleme oluşturduğu 78 tane veri meta analiz yöntemi ile birleştirilmiş ve toplam etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Araştırma sonucunda, bilgisayar destekli öğretim yönteminin tutuma olan etki büyüklüğü 0.2627 olarak bulunmuştur. Bulunan değer, literatürde yapılan sınıflandırmaya göre küçük (small) etkiye sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca fizik, kimya, biyoloji ve matematik alanları eğitiminde bilgisayar destekli öğretimin öğrencilerin derse karşı tutumları üzerinde geleneksel yöntemle karşılaştırıldığında bilgisayar destekli öğretim lehinde bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Cerit Berber ve Sarı (2010), kavramsal değişim yaklaşımlarından olan kavramsal değişim metinleri ve pedagojik-analojik modellerin kullanımının, öğrencilerin fizik dersi ile ilgili seçilmiş duyuşsal karakteristiklerine olan etkisini araştırmak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışma,

bir genel lisenin dört ayrı 10. sınıfında öğrenim gören toplam 105 öğrenci ile yürütülmüştür. Çalışmada veri toplama aracı olarak “fizikle ilgili seçilmiş duyuşsal karakteristikler” ölçeği kullanılmıştır. Bu duyuşsal karakteristikler, fiziğe karşı tutum, fiziğe karşı ilgi, fiziğin önemi, fizik motivasyonu, fizik öz kavramı, fizik öz yeterlilik algısı ve fizik kaygısıdır. Çalışmada üçü deney grubu, biri kontrol grubu olmak üzere dört grup tespit edilmiştir. 1. Deney grubuna kavram değiştirme metinleri kullanılarak, 2. Deney grubuna konu ile ilgili çeşitli Pedagojik-Analojik modeller kullanılarak, 3. Deney grubuna hem kavram değiştirme metinleri hem de konu ile ilgili çeşitli Pedagojik-Analojik modeller kullanılarak, kontrol grubuna ise geleneksel öğretim yöntemleri kullanılarak iş-güç-enerji konusu işlenmiştir. Çalışma sonucunda deney gruplarındaki öğrencilerin kontrol grubundaki öğrencilere göre, özellikle fizik dersine olan ilgi ve dolayısıyla tutum açısından daha olumlu oldukları görülmüştür. Buna göre kavramsal değişim yaklaşımlarının öğrencilerin fizik dersine olan ilgilerini ve dolayısıyla fizik dersine yönelik tutumlarını artırdığı belirtilmiştir.

Hırça, Çalık ve Seven (2011), iş, güç ve enerji” ünitesi için geliştirilen materyallerle 5E Modelini temel alarak yapılan öğretimin öğrencilerin kavramsal değişimine ve fizik dersine karşı tutumlarına etkisini araştırmak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Bu amaçla üniteyle ilgili ders yazılımı, çalışma yapıları ve kavramsal değişim metinleri geliştirilmiştir. Çalışma bir lisenin onuncu sınıfında iki ayrı sınıfta öğrenim gören 42 öğrenciyle yürütülmüştür. Sınıflar biri deney (N: 21) ve diğeri ise kontrol grubu (N: 21) olarak rastgele belirlenmiştir. Çalışmada veri toplama aracı olarak Enerji Kavram Testi ve Fizik Tutum Ölçeği kullanılmıştır. Bu testler deney ve kontrol gruplarına ön-test ve son-test olarak uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, geliştirilen materyallerle 5E modelini temel alarak yapılan öğretimin öğrencilerin başarısını arttırmada ve fiziğe karşı tutumlarında geleneksel öğretime kıyasla daha etkili olduğu görülmüştür.

Ersoy (2012), bilgisayar simülasyonları ve kavramsal değişim metinleri uygulamasının, öğrencilerin statik elektrik konusundaki başarılarına ve fiziğe karşı tutumlarına etkilerini araştırmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışma, bir devlet üniversitesinin Eğitim Fakültesi Biyoloji Öğretmenliği bölümünde okuyan 57, Kimya Öğretmenliği bölümünde okuyan 37 öğrenci olmak üzere, toplam 94 birinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Bilgisayar simülasyonları kullanılarak ders anlatılan Biyoloji Öğretmenliği Bölümü öğrencilerinden oluşan sınıf deney grubu, kavramsal değişim metinleri kullanılarak ders anlatılan Kimya Öğretmenliği Bölümü öğrencilerinden oluşan sınıf ise kontrol grubu olarak seçilmiştir. Çalışmada veri toplama aracı olarak, Statik Elektrik Kavram Testi ve Fizik Dersi Tutum Ölçeği kullanılmıştır. Çalışma sonucunda başarı bakımından hem deney grubunun hem de kontrol grubunun başarı oranlarında önemli düzeyde artış görülmüştür. Ancak, iki grup arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Deney ve kontrol grupları arasında, öğrencilerin fizik tutumları açısından ise

anlamlı düzeyde bir fark gözlenmemiştir. Ayrıca uygulanan her iki yöntemin de fizik tutumunu artırmada etkili olmadığı görülmüştür.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1.Araştırma Problemi ve Hipotezler

3.1.1.Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, fen bilgisi öğretmen adaylarının radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde bilgisayar destekli öğretimin (BDÖ), kavramsal değişim metnlerinin (KDM), bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metnlerinin birlikte kullanılmasının (BDÖ+KDM) ve geleneksel öğretim yönteminin (GÖY) etkilerini araştırmaktır. Ayrıca uygulanan yöntemlerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının fizik öğrenmeye yönelik tutumlarına etkileri de araştırılmıştır.

3.1.2.Alt Problemler

Bu araştırmanın alt problemlerini şöyle sıralayabiliriz:

1. Radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde geleneksel öğretim yönteminin bir etkisi var mıdır?
2. Radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde bilgisayar destekli öğretimin bir etkisi var mıdır?
3. Radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde kavramsal değişim metnlerinin bir etkisi var mıdır?
4. Radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metnlerinin birlikte kullanılmasının bir etkisi var mıdır?
5. Öğrencilerin KYBT ön test puan ortalamaları gruplara göre anlamlı farklılık göstermekte midir?
6. Öğrencilerin KYBT son test puan ortalamaları gruplara göre anlamlı farklılık göstermekte midir?
7. Grup ayrımı yapmaksızın öğrencilerin deney öncesinden deney sonrasına KYBT puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
8. Farklı öğretim yöntemleri uygulanan öğrencilerin KYBT ön test ve son test puanlarından elde edilen toplam puanlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
9. Farklı öğretim yöntemleri uygulanan öğrencilerin deney öncesi ve sonrasındaki KYBT puan ortalamalarındaki değişim, birbirinden anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
10. Öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarına geleneksel öğretim yönteminin bir etkisi var mıdır?

11. Öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarına bilgisayar destekli öğretimin bir etkisi var mıdır?
12. Öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarına kavramsal değişim metnlerinin bir etkisi var mıdır?
13. Öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarına bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metnlerinin birlikte kullanılmasının bir etkisi var mıdır?
14. Öğrencilerin FÖYTÖ ön test puan ortalamaları gruplara göre anlamlı farklılık göstermekte midir?
15. Öğrencilerin FÖYTÖ son test puan ortalamaları gruplara göre anlamlı farklılık göstermekte midir?
16. Grup ayrımı yapmaksızın öğrencilerin deney öncesinden deney sonrasına FÖYTÖ puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
17. Farklı öğretim yöntemleri uygulanan öğrencilerin FÖYTÖ ön test ve son test puanlarından elde edilen toplam puanlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
18. Farklı öğretim yöntemleri uygulanan öğrencilerin deney öncesi ve sonrasındaki FÖYTÖ puan ortalamalarındaki değişim, birbirinden anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
19. Öğrencilerin “Radyasyon Fiziğine Giriş” dersi başarı notları gruplara göre anlamlı farklılık göstermekte midir?

3.1.3.Araştırmanın Hipotezleri

Bu araştırmada test edilmek istenen hipotezler aşağıdaki gibidir;

- H₀₁**-Radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde geleneksel öğretim yönteminin bir etkisi yoktur.
- H₀₂**-Radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde bilgisayar destekli öğretimin bir etkisi yoktur.
- H₀₃**-Radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde kavramsal değişim metnlerinin bir etkisi yoktur.
- H₀₄**-Radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metnlerinin birlikte kullanılmasının bir etkisi yoktur.
- H₀₅**-Öğrencilerin KYBT ön test puan ortalamaları gruplara göre anlamlı farklılık göstermemektedir.
- H₀₆**-Öğrencilerin KYBT son test puan ortalamaları gruplara göre anlamlı farklılık göstermemektedir.
- H₀₇**-Grup ayrımı yapmaksızın öğrencilerin deney öncesinden deney sonrasına KYBT puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

- H₀8**-Farklı öğretim yöntemleri uygulanan öğrencilerin KYBT ön test ve son test puanlarından elde edilen toplam puanlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık yoktur.
- H₀9**-Farklı öğretim yöntemleri uygulanan öğrencilerin deney öncesi ve sonrasındaki KYBT puan ortalamalarındaki değişim, birbirinden anlamlı bir farklılık göstermemektedir.
- H₀10**-Öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarına geleneksel öğretim yönteminin bir etkisi yoktur.
- H₀11**-Öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarına bilgisayar destekli öğretimin bir etkisi yoktur.
- H₀12**-Öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarına kavramsal değişim metinlerinin bir etkisi yoktur.
- H₀13**-Öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarına bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metinlerinin birlikte kullanılmasının bir etkisi yoktur.
- H₀14**-Öğrencilerin FÖYTÖ ön test puan ortalamaları gruplara göre anlamlı farklılık göstermemektedir.
- H₀15**-Öğrencilerin FÖYTÖ son test puan ortalamaları gruplara göre anlamlı farklılık göstermemektedir.
- H₀16**-Grup ayrımı yapmaksızın öğrencilerin deney öncesinden deney sonrasına FÖYTÖ puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık yoktur.
- H₀17**-Farklı öğretim yöntemleri uygulanan öğrencilerin FÖYTÖ ön test ve son test puanlarından elde edilen toplam puanlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık yoktur.
- H₀18**-Farklı öğretim yöntemleri uygulanan öğrencilerin deney öncesi ve sonrasındaki FÖYTÖ puan ortalamalarındaki değişim, birbirinden anlamlı bir farklılık göstermemektedir.
- H₀19**-Öğrencilerin “Radyasyon Fiziğine Giriş” dersi başarı notları gruplara göre anlamlı farklılık göstermemektedir.

3.1.4.Araştırmanın Örneklemi

Araştırmanın örneklemi 2011-2012 öğretim yılı bahar döneminde Celal Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Ana Bilim Dalında dört farklı şubede öğrenim gören toplam 92 dördüncü sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Her şubede farklı bir öğretim yöntemi kullanılmıştır. Bilgisayar destekli öğretim yönteminin kullanıldığı şube birinci deney grubu (N=23), kavramsal değişim metinlerinin kullanıldığı şube ikinci deney grubu (N=23), bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metinlerinin birlikte kullanıldığı şube üçüncü deney grubu (N=23) ve geleneksel öğretim yönteminin kullanıldığı şube ise kontrol grubu (N=23) olarak rastgele belirlenmiştir.

Araştırmaya dâhil edilen öğrencilerin cinsiyet özelliklerine ilişkin frekans ve yüzdeleri ise Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırmaya Dâhil Edilen Öğrencilerin
Cinsiyet Değişkenine İlişkin Frekans ve Yüzde Değerleri

Gruplar	Erkek (N)	Yüzde (%)	Kız (N)	Yüzde (%)	Toplam
GÖY	9	39.1	14	60.9	23
BDÖ	8	34.8	15	65.2	23
KDM	8	34.8	15	65.2	23
BDÖ+KDM	9	39.1	15	65.2	23

3.1.5.Sayıtlılar

1. Öğrencilerin araştırmada veri toplama amacıyla kullanılan testteki soruları samimi olarak cevaplandıkları ve kavramsal gelişimlerini belirlemede kullanılan bu cevapların, araştırılan kavramlarla ilgili anlamalarını tam olarak yansıtacağı varsayılmıştır.
2. Öğrencilerin araştırmada veri toplama amacıyla kullanılan tutum ölçeğindeki soruları samimi olarak cevaplandıkları varsayılmıştır.
3. Veri toplama amacı ile yapılan mülakatlarda öğrencilerin yöneltilen sorulara cevap verirken samimi oldukları varsayılmıştır.
4. Araştırma kapsamında yapılan literatür araştırması, kavram yanlışlarının belirlenmesi ve araştırma yönteminin sağlam temellere dayandırılması açısından yeterlidir.
5. Araştırmacı, uygulama aşamasında, kontrol ve deney gruplarına tarafsız davranmıştır.
6. Uygulama sırasında kontrol ve deney grupları arasında bir etkileşimin olmadığı varsayılmıştır.
7. Öğrencilerin zekâ düzeyleri arasında önemli bir farklılığın olmadığı kabul edilmiştir.
8. Kontrol ve deney grupları oluşturulurken, kontrol altına alınamayan değişkenler, bütün grupları aynı oranda etkilemiştir.

3.1.6.Sınırlılıklar

1. Bu araştırma, 2011-2012 öğretim yılı bahar dönemi ve Celal Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesi ile sınırlıdır.
2. Araştırma, Fen Bilgisi Öğretmenliği Ana Bilim Dalında dört farklı şubede öğrenim gören toplam 92 dördüncü sınıf öğrencisi ile sınırlıdır.
3. Araştırma, radyoaktivite konusu ile sınırlıdır.
4. Araştırma, uygulama süresi on hafta ile sınırlıdır.

5. Araştırma, bilgisayar destekli öğretim, kavramsal değişim metinleri, bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metinlerinin birlikte kullanıldığı yöntemler ile sınırlıdır.
6. Bulgular ve yorumlar kullanılan istatistiksel teknikler ile sınırlıdır.

3.2.Deneysel Yöntem

Bu araştırmada, farklı öğretim yöntemlerinin etkinliğinin belirlenmesi amacıyla “eşitlenmemiş kontrol gruplu deneysel desen” kullanılmıştır. Eğitim alanında yapılan araştırmalarda genellikle eşitlenmemiş kontrol gruplu deneysel deseni kullanılmaktadır. Bu yöntemde bir kontrol ve bir ya da daha fazla sayıda deney grubu seçilir. Gruplar oluşturulurken rastgele dağılım kullanılmaz, rastgele atama yoluyla grup oluşturulmaya çalışılmaz (Kaptan 1998; Karasar 1999). Bu yöntemde, daha önceden oluşturulmuş gruplar olduğu gibi alınır ve şans yoluyla gruplardan biri deney, diğeri ise kontrol grubu olarak atanır. Daha sonra bütün gruplara ön test uygulanır. Deney grubunda derslerin işlenmesinde etkisinin araştırıldığı yöntem kullanılırken, kontrol grubunda genellikle geleneksel yöntemler kullanılır. Uygulama sonrasında her iki gruba da son test verilir.

Bu araştırmada kullanılan deneysel yöntem Çizelge 3.2.’de özetlenmiştir.

Çizelge 3.2. Araştırmada Kullanılan Deneysel Yöntem

Gruplar	Ön-Test	Uygulama	Son-Test
1. Deney	KYBT- FÖYTÖ	Bilgisayar Destekli Öğretim	KYBT- FÖYTÖ
2. Deney	KYBT- FÖYTÖ	Kavramsal Değişim Metinleri	KYBT- FÖYTÖ
3. Deney	KYBT- FÖYTÖ	Bilgisayar Destekli Öğretim ile Kavramsal Değişim Metinlerinin Birlikte Kullanılması	KYBT- FÖYTÖ
Kontrol	KYBT- FÖYTÖ	Geleneksel Öğretim Yöntemi	KYBT- FÖYTÖ

3.3.Değişkenler

3.3.1.Bağımsız Değişkenler

Bir araştırmada sonucu etkileyen değişkene bağımsız değişken denir. Bağımsız değişken sonucu etkileyip etkilemediği araştırılan değişkendir (Sönmez ve Alacapınar, 2011, s.102). Bu araştırmanın uygulama kısmında kullanılan öğretim yöntemleri bağımsız değişkenlerdir.

3.3.2.Bağımlı Değişkenler

Bir araştırmada sonuç değişkenine bağımlı değişken denir. Yani diğer değişkenlerden etkilenip değişik değerler alandır (Sönmez ve Alacapınar, 2011, s.102). Bu araştırmada bağımlı değişken, öğrencilerin radyoaktivite konusundaki yanlışlarını belirlemede kullanılan KYBT'deki başarıları ve fizik öğrenmeye yönelik tutumlarıdır.

3.4.Konu İçeriğinin Belirlenmesi ve Öğrenci Kazanımları

Bu araştırmanın uygulaması Celal Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı dördüncü sınıf programında yer alan “Radyasyon Fizikine Giriş” dersinde yürütülmüştür. Bu ders seçmeli ders olarak araştırmacı tarafından önerilmiş ve gerekli izinler alındıktan sonra programa eklenmiştir. Araştırmanın yürütüleceği “Radyasyon Fizikine Giriş Dersi”nin içeriği belirlenirken radyoaktivite konusundaki kitaplar, tezler ve bilimsel çalışmalar incelenmiştir. Buna göre dersin içeriği şu başlıkları içermektedir:

1. Konu: Çekirdeğin Yapısı
2. Konu: Çekirdek Kararlılığı
3. Konu: Radyoaktiflik
4. Konu: Bozunma Hızı
5. Konu: Yarılanma Süresi
6. Konu: Alfa Bozunumu
7. Konu: Beta Bozunumu
8. Konu: Gama Bozunumu
9. Konu: Radyasyon
10. Konu: Radyoaktif Işınlardan Gıricilikleri
11. Konu: Çekirdek Reaksiyonlarının Genel Özellikleri
12. Konu: Nükleer Fisyon ve Füzyon

Konu başlıklarının belirlenmesinden sonra her bir alt başlık için öğrenci kazanımları belirlenmiştir. Kazanımlar belirlenirken Şahin (2008)'in çalışmasında yazmış olduğu öğretim hedeflerinden yararlanılmıştır. Yazılan öğrenci kazanımları için alan uzmanları ve program geliştirme uzmanlarının görüşleri alınarak gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Kontrol ve deney gruplarına konunun öğretimi aynı öğrenci kazanımları doğrultusunda sağlanmıştır. Program araştırma kapsamında yer alan kavramların öğretimini de içerecek şekilde hazırlanmıştır. Dersin içeriği ve konular işlenirken öğrencilerde gözlemlenmesi gereken kazanımlar Ek-1'de verilmiştir.

3.5.Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçları

3.5.1.Kavram Yanılgısı Belirleme Testi (KYBT)'nin Geliştirilmesi

Bu araştırmada kavram yanılgılarının belirlenmesi amacıyla iki aşamalı teşhis testi kullanılmıştır. İki aşamalı testler adında anlaşılabacağı üzere iki aşamadan oluşan testlerdir. Genellikle bu testlerin ilk kısmında bir soru maddesi ya da bilgi önermesi, onu takip eden çeşitli adette cevap seçenekleri bulunmaktadır. İkinci kısımda ise öğrencinin ilk aşamada işaretlediği seçeneği, işaretleme gerekçesini belirtmesi istenmektedir. Testin ikinci aşaması, literatür incelemesi ya da mülakatlardan elde edilen bulgulara bağlı olarak belirlenen öğrenci yanılgılarını içeren çoktan seçmeli veya bir şıkkı açık uçlu-çoktan seçmeli bir form da olabilmektedir (Karataş vd, 2003).

İki aşamalı testleri ilk defa Treagust (1988) geliştirmiştir. Treagust, bu testlerin geliştirilmesi için üç ana aşama ve toplam on basamaktan oluşan bir yöntem önermiştir. Önerdiği üç ana aşama şöyledir;

- ❖ *İçeriğin belirlenmesi,*
- ❖ *Öğrencilerin yanlış anlamaları hakkında bilgi edinilmesi*
- ❖ *Teşhis testinin geliştirilmesi*

Karataş vd.(2003), araştırmalarında Treagust'un iki aşamalı testlerin geliştirilmesinde önerdiği on basamağı kısaca açıklamışlardır. Söz konusu araştırmadaki öneriler ışığında bu araştırmada kullanılacak olan testin geliştirilmesinde aşağıdaki adımlar takip edilmiştir:

- ❖ **İçeriğin belirlenmesi:** Bu aşamada testin geliştirileceği konu ya da kavramların sınırları belirlenmiştir.

1. Adım: Konuyla ilgili bilgi önermelerinin belirlenmesi,

Bu adımda radyoaktivite konusu ile ilgili olarak ders kitaplarında, yardımcı kitaplarda ve programda var olan bilgiler kullanılarak çok sayıda önerme yazılmıştır.

2. Adım: Konu içeriğiyle ilgili kavram haritasının geliştirilmesi,

Radyoaktivite konusu ile ilgili bütün kavramları ve onların birbirleriyle ilişkilerini içeren kapsamlı bir kavram haritası hazırlanmıştır (Ek-2).

3. Adım: Bilgi önermeleri kavram haritalarıyla ilişkilendirilip, haritaya dâhil edilmesi,

Bilgi önermeleri hazırlanan kavram haritası ile ilişkilendirilmiş ve haritaya dâhil edilmiştir.

4. Adım: Kapsam geçerliğinin sağlanması,

Bu aşamada bilgi önermeleri ve hazırlanan kavram haritası dört fizikçi, bir fizik eğitimcisi, bir fen eğitimcisi ve bir alan uzmanına gösterilmiş düzensizlikler ve çelişkiler düzeltilmiştir. Bu incelemeler sonrasında önermelerin bilimsel doğruluğu kanıtlanmış ve konuyla ve kavramlarla doğrudan ilişkili olmayan önermeler çıkarılmıştır. Ayrıca listede yer almayan önerme ve kavramlar eklenerek kapsam geçerliği sağlanmıştır.

- ❖ **Öğrencilerin Yanlış Anlamaları Hakkında Bilgi Edinilmesi,** Bu aşamada, öğrencilerin radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarını ölçecek testin geliştirilmesi için öğrenci yanlışları hakkında çeşitli şekillerde bilgi toplanmış ve çoktan seçmeli bir kavram testi hazırlanmıştır.

5. Adım: İlgili literatürün incelenmesi,

Bu adımda radyoaktivite konusundaki kavram yanlışları ile ilgili literatür incelenmiş ve bu konuyla ilgili öğrencilerde var olan kavram yanlışları belirlenmiştir.

6. Adım: Yapılandırılmamış öğrenci mülakatlarının gerçekleştirilmesi,

Bu adımda öğrencilerin radyoaktivite konusundaki yaygın kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak için açık uçlu sorularından oluşan bir test kullanılmıştır.

7. Adım: Gereke kısmı açık uçlu olan çoktan seçmeli test maddelerinin geliştirilmesi,

Bu adımda bir önceki adımda yapılan literatür taraması ve uygulanan açık uçlu soruların analizleri sonucunda tespit edilen yaygın kavram yanlışlarından çoktan seçmeli sorular ve çeldiriciler geliştirilmiştir. Konuyla ilgili çoktan seçmeli sorular, rastlanan yanlışları ortaya çıkarmak amacıyla, her bir soruya bir önermenin yerleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Ayrıca çeldirici seçeneklerine o önerme ile ilgili rastlanan yaygın yanlışlar yerleştirilmiştir. Her bir

çoktan seçmeli sorudan sonra “*sebebinizi açıklayınız*” şeklinde bir ifade yazılmış öğrencilerin seçtikleri şıkkın gerekçelerini vermeleri için bir boşluk bırakılmıştır. Daha sonra test bu haliyle öğrencilere dağıtılmıştır.

- ❖ **Teşhis Testinin Geliştirilmesi,** 7. adımda hazırlanan çoktan seçmeli testin uygulanmasından sonra çoktan seçmeli sorularda gerekli değişiklikler yapılarak testin ikinci aşaması geliştirilmiştir.

8. Adım: İki aşamalı teşhis testinin geliştirilmesi,

Gerekçe kısmının açık uçlu yapıda olduğu testlerin uygulanması sonucu belirlenen öğrenci açıklamalarından da yararlanılarak testin ikinci aşaması da çoktan seçmeli olarak düzenlenmiştir. İkinci aşamadaki her bir gerekçe seçeneği, doğru cevap yanında, öğrencilerin radyoaktivite konu hakkında sahip oldukları yaygın kavram yanlışlarını içermektedir.

9. Adım: Belirtke tablosunun oluşturulması,

Geliştirilen iki aşamalı testi oluşturan soruların her birinin hangi bilgi önermelerini ve kavram haritasındaki hangi kavramları içerdiğini gösteren bir belirtke tablosu oluşturulmuştur. Bu sayede açıkta kalan bilgi önermeleri veya kavramların olup olmadığı belirlenmiş ve sorular içine düzenli bir şekilde dağıtılıp dağıtılmadıkları kontrol edilmiştir.

10. Adım: Düzenlemelerin devam ettirilmesi.

Bu haliyle geliştirilen test kullanılmadan önce dört fizikçi, bir fizik eğitimcisi, bir fen eğitimcisi ve bir alan uzmanına inceletirilmiştir ve pilot çalışmanın uygulanmasına geçilmiştir. Yapılan pilot çalışmayla testin geçerliği ve güvenilirliği hesaplanmıştır.

3.5.2.Kavram Yanılgısı Belirleme Testi (KYBT)’nin Geçerliliği ve Güvenilirliği

3.5.2.1.Güvenilirlik

Hazırlanan testin güvenilirliğini belirlemek için Fen Bilgisi Öğretmenliği Ana Bilim Dalı’nda öğrenim görmekte olan 84 öğrenci ile pilot çalışma yapılmıştır. Elde edilen veriler kullanılarak öncelikle madde analizi yapılmıştır. Güvenilir ve geçerli test elde etmek için kaliteli test maddelerini kullanmak gerekmektedir. Madde analizi istendik bazı niteliklere sahip nihai bir test geliştirmek için kullanılabilir (Tan. ve Erdoğan, 2001, s. 172). Madde analizi bilen ve bilmeyen öğrenciyi ayırt etmede test maddelerinin etkili olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılır.

Madde analizi yapmak için öncelikle öğrencilerin KYBT'ye verdikleri cevaplar puanlanmıştır. Öğrencilerin KYBT'nin hem birinci aşamasına hem de ikinci aşamasına vermiş oldukları cevaplar ayrı ayrı puanlandırılmıştır. Ayrıca her iki aşama testin her sorusu için beraber değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Birinci aşamada öğrenci doğru seçenek işaretlemişse 1 (bir) puan, yanlış seçeneği işaretlemişse veya boş bırakmışsa 0 (sıfır) puan verilmiştir. İkinci aşamada da öğrenci doğru seçenek işaretlemişse 1 (bir) puan, yanlış seçeneği işaretlemişse veya boş bırakmışsa 0 (sıfır) puan verilmiştir. Soruların iki aşaması beraber değerlendirilirken birinci aşama doğru seçenek, ikinci aşama doğru seçenek ise 1 (bir) puan, birinci aşama doğru seçenek, ikinci aşama yanlış seçenek veya boş ise 0 (sıfır) puan, birinci aşama yanlış seçenek veya boş, ikinci aşama doğru seçenek ise 0 (sıfır) puan, birinci aşama yanlış seçenek veya boş, ikinci aşama yanlış seçenek veya boş ise 0 (sıfır) puan verilmiştir.

Öğrencilerin testten aldıkları puanlar belirlendikten sonra öğrenciler en yüksek puan alandan en düşük puan alana doğru sıralanmıştır. Bu sıralamanın sonucunda en yüksek ve en düşük puana sahip olanlardan 23'er (84*27/100) öğrenci belirlenmiştir. Daha sonra madde güçlük indeksi için $p = (D_u + D_a) / 2N^*$ ($N^* = \text{Tüm grubun } \%27\text{'sidir}$) formülünden, ayırt edicilik indeksi ise $r = (D_u - D_a) / N$ formülünden faydalanılarak hesaplanmıştır. Madde güçlük indeksi ve madde ayırt edicilik indeksi değerlendirilirken dikkat edilecek kriterler şunlardır: ayırt edicilik indeksi 0.40 veya daha yüksek bir değerde ise madde çok iyi, düzeltilmesi gerekmez; 0.30–0.40 arasında ise iyi, düzeltilmesi gerekmez; 0.20–0.30 arasında ise madde zorunlu hallerde aynen kullanılabilir veya değiştirilebilir; 0.20'den daha küçük bir değerde ise madde kullanılmamalıdır veya yeniden düzenlenmelidir. Ayırt ediciliği sıfır veya negatif olan maddeler teste dâhil edilmez (Turgut'tan ve Özçelik'ten aktaran Atasoy, 2008).

Söz konusu hesaplamalar testin tümü, birinci aşaması ve ikinci aşaması için ayrı ayrı yapılmış ve kriterlere uygun olmayan iki madde testten çıkarılmıştır. Geriye kalan 18 madde için elde edilen madde güçlük indeksi ve ayırt edicilik indeksi değerleri Çizelge 3.3'de sunulmuştur.

Çizelge 3.3. Üst ve Alt Gruptaki Öğrencilerin Doğru Yanıt Sayısına Göre Madde Analizi

Testin Tümü				Birinci Aşama			İkinci Aşama		
Soru No	p	r	Sonuç	p	r	Sonuç	p	r	Sonuç
1	0.61	0.78	Çok İyi	0.72	0.57	Çok İyi	0.72	0.57	Çok İyi
2	0.59	0.48	Çok İyi	0.74	0.26	Kullanılabilir	0.63	0.48	Çok İyi
3	0.59	0.48	Çok İyi	0.63	0.39	İyi	0.67	0.57	Çok İyi

(Çizelge 3.3'ün devamı)

4	0.35	0.52	Çok İyi	0.37	0.48	Çok İyi	0.30	0.43	Çok İyi
5	0.39	0.35	İyi	0.57	0.35	İyi	0.43	0.43	Çok İyi
6	0.83	0.26	Kullanılabilir	0.87	0.26	Kullanılabilir	0.87	0.26	Kullanılabilir
7	0.57	0.70	Çok İyi	0.72	0.39	İyi	0.59	0.65	Çok İyi
8	0.28	0.48	Çok İyi	0.43	0.52	Çok İyi	0.28	0.48	Çok İyi
9	0.26	0.35	İyi	0.89	0.22	Kullanılabilir	0.28	0.39	İyi
10	0.35	0.26	Kullanılabilir	0.33	0.30	İyi	0.59	0.22	Kullanılabilir
11	0.33	0.22	Kullanılabilir	0.33	0.22	Kullanılabilir	0.33	0.22	Kullanılabilir
12	0.33	0.48	Çok İyi	0.37	0.48	Çok İyi	0.48	0.70	Çok İyi
13	0.24	0.22	Kullanılabilir	0.26	0.26	Kullanılabilir	0.24	0.30	İyi
14	0.52	0.43	Çok İyi	0.57	0.43	Çok İyi	0.52	0.26	Kullanılabilir
15	0.59	0.65	Çok İyi	0.61	0.61	Çok İyi	0.50	0.57	Çok İyi
16	0.52	0.43	Çok İyi	0.59	0.30	İyi	0.57	0.26	Kullanılabilir
17	0.41	0.74	Çok İyi	0.41	0.65	Çok İyi	0.37	0.57	Çok İyi
18	0.28	0.39	İyi	0.59	0.30	İyi	0.41	0.39	İyi
Ort.	0.45			0.47			0.49		

p: Madde güçlük İndeksi

r: Madde ayırt edicilik indeksi

Çizelge 3.3'e göre testin tümünün ortalama madde güçlük indeksi 0.45, birinci aşamanın ortalama madde güçlük indeksi 0.47 ve ikinci aşamanın ortalama madde güçlük indeksi ise 0.49'dur. Bu değerler testin güç sayılabilecek bir test olduğunu göstermektedir.

Madde analizinden elde edilen veriler kullanılarak testin birinci aşamasının ve ikinci aşamasının güvenirlik katsayısı Kuder-Richardson (KR-20) formülüne göre hesaplanmıştır. Kuder-Richardson (KR-20) güvenirlik katsayısı bir defa uygulanan bir ölçme aracının iç tutarlılık ölçümünü veren bir güvenirlik katsayısıdır. Testi oluşturan tüm maddelerin "0-1" puanlama yöntemiyle puanlandığında uygulanabilir (Tan. ve Erdoğan, 2001, s. 149). Testin birinci aşaması için KR-20 güvenirlik katsayısı 0.68, testin ikinci aşaması için KR-20 güvenirlik katsayısı ise 0.70

bulunmuştur. Kehoe, 10-15 civarı maddeden oluşan çoktan seçmeli testler için 0.50 kadar düşük bir KR-20 güvenirlik katsayısının yeterli olacağını belirtmiştir (Tan ve Erdoğan, 2001, s. 149).

Testin tümü için ise Cronbach Alpha (α) güvenirlik katsayısı SPSS 21.0 programı ile hesaplanmıştır. Cronbach Alpha (α) analizi için öğrencilerin KYBT verdikleri yanıtlar aşağıdaki kriterlere göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.4. İki Aşamalı Soruları Analiz Etmede Kullanılan Değerlendirme

Kriterleri (Karataş vd., 2003)

Değerlendirme Kriterleri	Puan
Doğru Cevap – Doğru Gerekçe	3
Yanlış Cevap – Doğru Gerekçe	2
Doğru Cevap – Yanlış Gerekçe	1
Yanlış Cevap – Yanlış Gerekçe	0

Cronbach Alpha (α) güvenirlik katsayısı tek bir uygulama gerektiren güvenirlik bulma tekniklerinden biridir. Ağırlıklı puanlama veya dereceleme yöntemiyle puanlama uygulandığı durumlarda kullanılabilecek bir güvenirlik bulma tekniğidir. Testi oluşturan maddelerin dereceleme ölçeğine göre puanlanması (1'den 5'e kadar veya 0'dan 4'e kadar gibi) durumunda kullanılabilir (Tan. ve Erdoğan, 2001, s. 150). SPSS paket programı kullanılarak Cronbach Alpha (α) güvenirlik katsayısı 0.647 ve standartlaştırılmış maddelere dayalı Cronbach Alpha (α) katsayısı 0.65 olarak hesaplanmıştır. Cronbach Alpha (α) katsayısının değerlendirilmesinde uyulan kriterler ise şöyledir:

$0.00 \leq \alpha < 0.40$ ise ölçek güvenirli değildir

$0.40 \leq \alpha < 0.60$ ise ölçek düşük güvenirliktedir

$0.60 \leq \alpha < 0.80$ ise ölçek oldukça güvenirlidir

$0.80 \leq \alpha < 1.00$ ise ölçek yüksek derecede güvenirlidir (Özdamar, 2002, s. 673).

Çizelge 3.5'te KYBT'deki her bir sorunun ortalaması, standart sapması verilmiştir.

Çizelge 3.5. KYBT'deki Soruların Ortalama, Standart Sapma Değerleri ve Örneklem

Güvenirlilik Analizi - Ölçüt (Cronbach Alpha)			
Soru No	Ortalama	Standart Sapma	N
1	1.9762	1.42251	84
2	1.8095	1.34859	84
3	1.9524	1.41340	84
4	1.1071	1.37987	84
5	1.2976	1.35130	84
6	2.6786	.80900	84
7	1.9405	1.31122	84
8	.7143	1.19811	84
9	1.3690	.90220	84
10	1.5476	1.29321	84
11	1.0714	1.42935	84
12	1.2381	1.28587	84
13	.3690	.87509	84
14	1.6667	1.39994	84
15	1.7262	1.46732	84
16	1.9286	1.36907	84
17	1.1786	1.43250	84
18	1.4643	1.24616	84

Çizelge 3.5'e göre 6. soru en yüksek ortalamaya sahiptir. 13. soru ise en düşük ortalamaya sahiptir. Ortalamaların 2.6786 ile 0.3690 arasında değiştiği görülmektedir. Standart sapma değerleri ise 1.46732 ile 0.80900 arasında değişmektedir.

Çizelge 3.6'da KYBT'nin soruları arasındaki ilişki ile ilgili veriler sunulmuştur.

Çizelge 3.6. KYBT'deki Sorular Arasındaki İlişki (Correlation) İle İlgili Veriler

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
S1	1.000								
S2	0.362	1.000							
S3	0.179	0.280	1.000						
S4	0.179	0.154	0.083	1.000					
S5	0.117	0.051	0.178	0.144	1.000				
S6	0.150	0.043	0.208	-0.109	0.122	1.000			
S7	0.128	0.089	0.284	0.263	0.112	0.334	1.000		
S8	0.222	0.219	0.120	0.092	0.180	0.091	0.173	1.000	
S9	0.213	0.009	0.184	0.036	0.166	0.065	0.172	0.288	1.000
S10	0.099	-0.078	0.107	0.007	0.099	0.044	0.062	-0.092	0.000
S11	0.013	0.220	-0.052	0.051	-0.086	-0.074	-0.036	-0.030	-0.039
S12	0.155	-0.043	0.232	0.182	0.215	0.132	0.280	0.318	0.245
S13	0.162	0.244	0.024	0.176	-0.002	-0.001	0.103	0.136	-0.022
S14	0.135	0.074	0.168	0.000	-0.189	0.021	0.002	0.057	0.051
S15	0.147	-0.100	0.145	0.241	0.115	0.047	0.154	0.133	0.223
S16	0.172	-0.034	-0.089	0.036	0.155	0.099	0.038	0.281	0.070
S17	0.298	0.130	0.052	0.228	0.165	0.061	0.288	0.227	0.209
S18	0.183	0.017	0.088	-0.071	0.132	0.066	0.061	-0.023	0.007

(Çizelge 3.6'nın devamı)

	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18
S10	1.000								
S11	-0.204	1.000							
S12	-0.007	-0.108	1.000						
S13	0.139	0.200	0.049	1.000					
S14	0.035	-0.108	0.118	0.023	1.000				
S15	0.010	0.142	0.163	-0.080	0.283	1.000			
S16	-0.018	0.064	0.188	-0.239	-0.145	0.068	1.000		
S17	0.031	-0.159	0.271	0.110	0.108	0.224	0.099	1.000	
S18	0.050	-0.127	0.178	-0.015	-0.007	0.242	0.069	0.041	1.000

Sorular arasında ilişki katsayılarının 0.00 ile 0.30 arasında olması sorular arasında ilişkinin çok zayıf olduğunu, korelasyon katsayılarının 0.30 ile 0.70 arasında olması sorular arasında orta düzeyde bir ilişki olduğunu ve korelasyon katsayılarının 0.70 ile 1.00 arasında olması ise yüksek düzeyde bir ilişkinin olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk, 2011, s.32). Çizelge 3.6'ya göre sorular arasında yüksek düzeyde pozitif bir ilişki bulunmamaktadır. Bu durum soruların bire bir aynı kavramla ve kavram yanılgısı ile ilgili olmamasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 3.7'de KYBT'deki soruların ortalamaları, standart sapma değerleri, en küçük ve en büyük dağılım aralık değerleri ile ilgili veriler sunulmuştur.

Çizelge 3.7. KYBT'deki Soruların Ortalama, Standart Sapma, En Küçük (Minimum) ve En Büyük (Maksimum) Dağılım Aralığı Değerleri

Güvenirlilik Analizi - Ölçüt (Cronbach Alpha) Örneklem Sayısı (N) = 84						
Ölçek için istatistik	Ortalama	Varyans	Standart Sapma	Değişken Sayısı		
	27.0357	76.951	8.77214	18		
Madde Ortalamaları	Ortalama	En Küçük	En Büyük	Alt ve üst değer arasındaki genişlik	En Büyük/En Küçük	Varyans
	1.502	.369	2.679	2.310	7.258	.285
Madde içi ilişkiler	Ortalama	En Küçük	En Büyük	Alt ve üst değer arasındaki genişlik	En Büyük/En Küçük	Varyans
	.093	-.239	0.362	.601	-1.513	.014

Çizelge 3.7'de görüldüğü gibi KYBT'de yer alan soruların genel ortalaması 1.502'tir. Ortalamaların değişim aralığı $2.679 - 0.0369 = 2.310$ olarak bulunmuştur. Soru ortalamalarının testi sonucunda ortalamaların farklı olduğu görülmüştür (Hotelling $T^2 = 412.176$, $p=0.000$). Sorular arasında anlamlı bir farklılık vardır.

Çizelge 3.8'de toplam soruların istatistik değerleri sunulmuştur.

Çizelge 3.8. KYBT'deki Toplam Soruların İstatistik Değerleri

Soru No	Eğer madde silinirse ölçek ortalaması	Eğer madde silinirse Alpha varyans ölçütü	Düzeltilen madde-toplam ilişkisi	Çoklu ilişkinin karesi	Eğer madde silinirse Alpha değeri
1	25.0595	64.466	0.458	0.319	.603
2	25.2262	69.454	0.253	0.390	.633
3	25.0833	67.234	0.333	0.289	.621
4	25.9286	68.742	0.276	0.283	.629
5	25.7381	69.473	0.251	0.197	.633
6	24.3571	73.534	0.199	0.206	.640
7	25.0952	67.099	0.379	0.311	.616
8	26.3214	68.245	0.367	0.328	.619
9	25.6667	71.598	0.297	0.203	.631
10	25.4881	74.494	0.035	0.144	.660
11	25.9643	76.204	-0.052	0.332	.674
12	25.7976	66.910	0.399	0.310	.614
13	26.6667	73.791	0.159	0.296	.643
14	25.3690	72.645	0.098	0.259	.654
15	25.3095	66.481	0.348	0.414	.619
16	25.1071	72.097	0.128	0.287	.649
17	25.8571	66.244	0.371	0.288	.616
18	25.5714	72.417	0.141	0.226	.646

(Çizelge 3.8'in Devamı)

Güvenirlilik Analizi - Ölçüt (Cronbach Alpha)					
Varyans Analizi					
Varyansın Kaynağı	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F	Anlamlılık düzeyi (p)
Kişiler Arası	354.827	83	4.275		
Sorular Arası	406.625	17	23.919	15.856	.000
Artan (Residual)	2128.542	1411	1.509		
Toplanabilirlik (Nonadditivity)	.897	1	897	.594	.441
Denge (Balance)	2127.645	1410	1.509		
Toplam	2889.994	1511	1.913		
Ortalama Değer	1.502				

Çizelge 3.8'de Soru-Bütün (Item-Total) ilişkilerine bakıldığında -0.052 ile 0.458 arasında değişim gösterdiği görülür. Soru-Bütün ilişkilerinin negatif olmaması ve hatta 0.25 değerinden büyük olması beklenir. Bu kurala uymayan soruların ölçekten çıkarılması gerekmektedir. Fakat bu kesin bir kural değildir. Bir sorunun ölçekten çıkarılması için; soru silinirse alfa katsayısındaki değişime ve soru silinirse ortalamadaki değişime bakmak gerekir (Özdamar, 2002, s.673). KYBT deki 11. sorunun ilişki katsayısı negatif değerdir. KYBT deki 10.,13.,14.16. ve 18. soruların ilişki katsayısı ise 0.25 değerinden küçüktür. Ancak bu soruların testten çıkarılması halinde testten elde edilen Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı değerlerinin çok farklı olmayacağı görülmektedir. Bu sebeple bu sorular testten çıkarılmayabilir. Özdamar (2002, s.674), güvenirliği önemli ölçüde değiştirmeyen soruların ölçeği destekleyen sorular olduğunu belirtmiş ve bu soruların ölçekten çıkarılmaması gerektiğini söylemiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre 18 soruluk KYBT toplanabilir özelliktedir (Nonadditivity, $F=0.594$, $p=0.441^{ns}$). Ölçümler arası değişkenliğe bakıldığında önemli bir farklılık görülmemektedir ($F= 15.856$, $p=0.000^{ns}$).

3.5.2.2.Geçerlilik

Kapsam geçerliği: KYBT maddeleri alan uzmanı dört fizikçi, bir fizik eğitimcisi, bir fen eğitimcisi ve bir uzman tarafından incelenmiş ve görüşleri alınmıştır. Uzmanlar testin radyoaktivite konusundaki kavramları ölçmeye yönelik yeterli düzeyde olduğunu belirtmişlerdir.

Görünüş geçerliği: 18 maddeden oluşan KYBT görünüş açısından fizik eğitimcilerine incelenmiş ve görünüş geçerliğine sahip olduğuna kanaat getirilmiştir.

Yapı geçerliği: Testin yapı geçerliliğini sağlamak için faktör analizi, iç tutarlılık analizi ve hipotez testi tekniklerinden faydalanılmaktadır (Büyüköztürk, 2011, s.168). KYBT elde edilen verilerin faktör analizi için uygun olup olmadığına yönelik yapılan analizde Kaise-Meyer-Olkin (KMO) değerinin 0.52 olduğu tespit edilmiştir. KMO değerinin 0.60 tan küçük olması durumunda ilgili veriler için faktör analizinin uygun olmadığı belirtilmektedir (Büyüköztürk, 2007, s126). Bu sebeple KYBT'nin yapı geçerliliğini test etmek için testte yer alan konuların işlendiği (40) ve işlenmediği (40) iki farklı gruba KYBT uygulanmıştır. Öğrenci gruplarından birinde Genel Fizik III dersinde radyoaktivite konuları işlenmiş (İŞL) diğerinde ise işlenmemiş (İŞLM) Fen Bilgisi Öğretmenliği öğrencileri oluşturmaktadır. Yani gruplar ilişkisizdir.

Konuların işlendiği (İŞL) ve işlenmediği (İŞLM) gruplarda yer alan öğrencilerin KYBT puanları aşağıdaki kriterlere göre belirlenmiştir.

Çizelge 3.9. İki Aşamalı Soruları Analiz Etmede Kullanılan Değerlendirme Kriterleri (Karataş vd., 2003)

Değerlendirme Kriterleri	Puan
Doğru Cevap – Doğru Gerekçe	3
Yanlış Cevap – Doğru Gerekçe	2
Doğru Cevap – Yanlış Gerekçe	1
Yanlış Cevap – Yanlış Gerekçe	0

Çizelgede yer alan değerlendirme kriterlerine göre bir öğrenci testin tamamından en yüksek 54, en düşük ise 0 puan alabilir.

Verilerin analizinde hangi tekniğin kullanılacağına karar vermek için öncelikle grupların KYBT puanlarına ilişkin betimsel istatistikler yapılarak çarpıklık ve basıklık katsayıları bulunmuştur.

Çizelge 3.10. Konuların işlendiği (İŞL) ve İşlenmediği (İŞLM) Grupların KYBT Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistik Sonuçları

İstatistikler	İŞL	İŞLM
N	40	40
Ortalama	29.0500	20.5250
Standart Sapma	6.59817	5.54232
Çarpıklık	-.337	.740
Basıklık	-.078	.971
Minimum	14	12
Maksimum	42	36

Çarpıklık ve basıklık katsayısının sıfır olduğu bir dağılımın standart normal dağılıma uygun olduğu söylenebilir. Ancak uygulamada her iki katsayının da sıfır olduğu durumlara pek rastlanmaz. Sıfıra yakın değerlere ulaşıldığında dağılımın normal dağılıma uygun olduğu kabul edilir ve buna göre yorum getirilip uygun istatistikler seçilebilir. Çarpıklık ve basıklık katsayısı -1 ile +1 sınırları içinde ise puanlar normalden aşırı bir sapma göstermemektedir (Köklü, Büyüköztürk ve Bökeoğlu, 2007, s.48). Çizelge 3.10'a göre çarpıklık (-0.337; -0.078) ve basıklık (0.740; 0.971) değerleri $-1 > < +1$ aralığındadır ve her iki dağılım normal dağılıma uygundur. KYBT den elde edilen veriler normal dağılıma sahip olduğu için verilerinin karşılaştırılmasında bağımsız gruplar t-testi kullanılmıştır.

Genel Fizik III dersinde radyoaktivite konuları işlenmiş (İŞL) grup ile konuların işlenmediği (İŞLM) gruba uygulanan KYBT den elde edilen verilerin karşılaştırıldığında konuların işlendiği grup lehine anlamlı bir farklılık olması beklenir. Konuların işlendiği grup lehine anlamlı bir farklılık olması testin yapı geçerliliğinin var olduğu anlamına gelir.

Her iki grubun KYBT puanları kullanılarak yapı geçerliği bağımsız gruplar t-testi ile analiz edilmiş ve sonuçlar Çizelge 3.11'de sunulmuştur.

Çizelge 3.11. Konuların işlendiği (İŞL) ve işlenmediği (İŞLM) Grupların KYBT Puanlarına İlişkin t-Testi Sonuçları

Grup	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
İŞL	40	29.0500	6.59817	78	6.257	.000*
İŞLM	40	20.5250	5.54232			

*p<0.01

Çizelge 3.11'e göre konuların işlendiği (İŞL) ve işlenmediği (İŞLM) grupların KYBT puanları anlamlı bir farklılık göstermektedir ($t_{78}=6.257$, $p<0.01$). Konuların işlendiği grubun KYBT puan ortalaması ($\bar{X}=29.0500$), konuların işlenmediği grubun KYBT puan ortalamasına ($\bar{X}=20.5250$) göre daha yüksektir. Bu sonuç testin yapı geçerliğine sahip olduğunun bir göstergesidir.

3.5.3.Kavram Yanılgısı Belirleme Testi (KYBT)'nin İçeriği

Geliştirilen kavram yanılgısı belirleme testi (Ek-3) içeriğinde yer alan kavramlar, kavram yanılgıları ve bunlarla ilgili sorular Çizelge 3.12'de verilmiştir.

Çizelge 3.12. KYBT'deki Kavramlar-Kavram Yanılgıları ve Bunlarla İlgili Sorular

Kavramlar	Kavram Yanılgıları	Soru No
Radyoaktif Madde	- Radyoaktif bir maddeyi, fiziksel ve kimyasal bir takım işlemlere tabi tutarak -radyoaktif olma- özelliğini ortadan kaldırmak mümkündür. - Radyoaktif bir atomun kararlı bir atomla yaptığı bileşik radyoaktif özellik göstermez. - Bir maddenin radyoaktif olma özelliğini o maddenin fiziksel ve kimyasal özellikleri etkiler. - Doğal radyoaktif maddeler yapay radyoaktif maddelerden daha zararlıdır. - Radyoaktif maddeler her zaman radyasyon yaymaz.	1, 2, 5, 8, 10
Radyoaktivite	Radyoaktivite kararsız atomların son yörüngelerinden elektron salarak daha kararlı hale geçmesi olayıdır.	12
Radyasyon	- Dış bir kaynaktan yayılan düşük enerjili radyoaktif ışınım maruz kalan bir kuş, radyoaktif kaynaktan uzaklaşsa bile kendisi radyoaktif hale gelir ve çevresine radyasyon yaymaya başlar. - Bütün radyasyon çeşitleri zararlıdır.	4, 11
Çekirdek	Çekirdek reaksiyonlarında kütle korunur.	7, 16
Reaksiyonları	Çekirdek reaksiyonları çekirdeğin kendiliğinden işima yapması ile gerçekleşir.	

(Çizelge 3.12'nin Devamı)

Yarılanma süresi	• Radyoaktif maddelerin yarılanma süreleri maddenin fiziksel haline bağlıdır.	9
α Bozunması	• Radyoaktif bir atom α ışıması yaptıktan sonra farklı bir elemente dönüşmez. • Alfa bozunması kendiliğinden meydana gelmez.	3, 13
β Bozunması	• Beta bozunmalarında çekirdeğin içerisinde elektron ve pozitron bulunmadığı için bunların yayınlanması mümkün değildir.	6
γ Bozunması	• Gama ışınları alfa ve beta ışınları gibi kütlesi olan birer parçacıktır. • Gama ışıması yapan bir atom başka bir elemente dönüşür.	14, 15
Fisyon	• Nükleer parçalanma reaksiyonlarında çekirdek parçalanarak enerji açığa çıkarken nükleer kaynaşma reaksiyonlarında dışarıdan enerji alınır, dışarıya enerji verilmez.	18
Füzyon	• Füzyon bölünme (parçalanma) reaksiyonudur.	17

3.5.4.Fizik Öğrenmeye Yönelik Tutum Ölçeği (FÖYTÖ)

Bu araştırmada öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarını ölçmek amacıyla Adams, Perkins, Podolefsky, Dubson, Finkelstein and Wieman (2006) tarafından geliştirilen ve Şahin (2010) tarafından Türkçe'ye uyarlanarak güvenilirlik çalışması yapılan "Fizik Öğrenmeye Yönelik Tutum Ölçeği (FÖYTÖ)" kullanılmıştır. Şahin (2006), ölçeğin toplam güvenilirliğini $\alpha=0.84$ olarak hesaplamıştır. Bu araştırmada, söz konusu tutum ölçeğinin faktör oluşumuna bakılmış ve anlamlı faktörleşme görülememiştir. Tek faktörlü ölçek için $\alpha=0.70$ olarak hesaplanmıştır.

3.5.5.Mülakat

İnsanların belli bir konuda hakkındaki duygu ve düşüncelerinin alınmasına mülakat denir. Mülakatın, yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış, yapılandırılmamış ve odak görüşme teknikleri vardır (Sönmez ve Alacapınar, 2011). Bu çalışmada, araştırmacı tarafından hazırlanan sorular üzerinde yanıtlayıcının kısmen düzeltme ve düzenleme yapabildiği yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılmıştır.

Bu araştırmada yapılan mülakatlar deney gruplarına uygulanan yöntemler hakkında öğrencilerin düşüncelerini ortaya çıkarmak amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla öğrencilere yöntem uygulamaları hakkında olumlu ve olumsuz görüşleri sorulmuştur.

Mülakatın asıl uygulaması yapılmadan önce örneklem grubundan iki öğrenci ile pilot çalışması yapılmıştır. Bu öğrenciler asıl mülakatın uygulanmayacağı öğrencilerdir. Pilot uygulama sayesinde mülakattaki eksiklikler ve olası güçlükler tespit edilmiş ve mülakat sorularının sınanması sağlanmıştır. Ayrıca mülakat için gerekli olacak zamanda belirlenmiş ve asıl uygulamanın planlaması ona göre yapılmıştır. Pilot uygulama sonucunda; soruların anlaşılır olduğu, seviyenin uygun olduğu görülmüş ve belirlenen mülakat soruları değişiklik yapılmadan asıl uygulamada kullanılmıştır.

Mülakatın asıl uygulaması birinci, ikinci ve üçüncü deney grubundan seçilen ikişer öğrenci (toplam 6 öğrenci) üzerinde yapılmıştır. Bu uygulama sessiz bir sınıfta yaklaşık 10-15 dakika süre ile yapılmış ve tüm mülakat süreci ses kaydedici bir cihaz kullanılarak kaydedilmiştir. Daha sonra araştırmacı tarafından bu kayıtlar yazılı metne dönüştürülmüştür. Mülakatlar sırasında öğrencilere aşağıdaki sorular sorulmuştur.

Birinci Deney grubundan seçilen öğrencilere yöneltilen sorular:

1. Derslerde konuları işlerken kullandığımız BDÖ materyalinin olumlu yönleri nelerdir?
2. Bu materyallerin size olumlu katkıları nelerdir?
3. Derslerde konuları işlerken kullandığımız BDÖ materyalinin eksikleri ve olumsuz yönleri nelerdir?

İkinci Deney grubundan seçilen öğrencilere yöneltilen sorular:

1. Derslerde size dağıtılan kavramsal değişim metnlerinin olumlu yönleri nelerdir?
2. Kavramsal değişim metnlerinin size olumlu katkıları nelerdir?
3. Derslerde size dağıtılan kavramsal değişim metnlerinin eksikleri ve olumsuz yönleri nelerdir?

Üçüncü Deney grubundan seçilen öğrencilere yöneltilen sorular:

1. Derslerde kavramsal değişim metnlerinin ve BDÖ materyalinin birlikte kullanılmasının olumlu yönleri nelerdir?
2. Derslerde kavramsal değişim metnlerinin ve BDÖ materyalinin birlikte kullanılmasının size olumlu katkıları nelerdir?
3. Derslerde kavramsal değişim metnlerinin ve BDÖ materyalinin birlikte kullanılmasının olumsuz yönleri nelerdir?

3.6.Araştırma Kapsamında Geliştirilen ve Kullanılan Öğretim Materyalleri

3.6.1.Kavramsal Değişim Metinleri

Bu araştırmada kullanılan kavramsal değişim metinleri (KDM) hazırlanırken Posner et al. (1982) tarafından tanımlanan “Kavramsal Değişim Yaklaşımı” temel alınmıştır. Kavram yanlışlarının giderilmesi için gerçekleştirilmesi gereken şartları Posner et al. (1982) dört maddede özetlemiştir.

1. Yetersizlik (Dissatisfaction)
2. Anlaşılabilirlik (Intelligibility)
3. Mantıklılık (Plausibility)
4. Verimlilik (Fruitfulness)

Araştırmada kullanılan KDM'leri bu dört maddeye göre tasarlanmış ve kavramsal değişim metinleri tasarlanırken aşağıdaki adımlar takip edilmiştir:

- ❖ Öncelikle hangi kavramlarla ilgili KDM'lerin hazırlanacağı belirlenmiştir. Bu işlem yapılırken öğrencilerin radyoaktivite konusundaki yaygın kavram yanlışları dikkate alınmıştır. Bu yanlışlar incelendikten sonra Radyoaktif Madde, Radyoaktivite, Radyasyon, Çekirdek Reaksiyonları, Yarılanma süresi, α Bozunması, β Bozunması, γ Bozunması, Filyon ve Füzyon kavramları ile ilgili KDM'lerin geliştirilmesine karar verilmiştir.
- ❖ Kavramsal değişim metinlerinin birinci bölümünde öğrencilerin kavram yanlışlarını aktif hale getirecek sorular sorulmuştur. Bu sorularla öğrencilerin kavram yanlışlarını ortaya çıkartmak ve sahip oldukları yanlışları fark etmelerini sağlamak amaçlanmıştır.
- ❖ İkinci bölümde konuyla ilgili yaygın olan kavram yanlışları verilmiş ve öğrencileri söz konusu kavram yanlışlarına düşüren nedenler açıklanmıştır.
- ❖ Üçüncü bölümde, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının neden yanlış oldukları ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Bu açıklamalardaki amaç öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarını sorgulamalarını sağlamak ve kendi kavramlarının yetersizliğini hissettirmektir.
- ❖ Metinlerin son bölümünde ise söz konusu kavramla ilgili bilimsel bilgiler öğrencilere sunulmuştur.
- ❖ Hazırlanan taslak metinler fizik alanında uzman iki öğretim üyesi, fizik eğitimi alanında uzman bir öğretim üyesi, fen bilimleri eğitimi alanında uzman bir öğretim üyesi, Türkçe

alanında uzman bir öğretim üyesine içerik, öğretim, kavramsal değişim metnlerinin özellikleri ve dilbilgisi açısından incelettirilmiş ve görüşleri doğrultusunda bazı düzenlemelere gidilmiştir.

Yukarıda yapılan düzenlemelerden sonra KDM'ler için bir pilot çalışma yapılmıştır. Hazırlanan taslak metinler kontrol ve deney grupları dışında yer alan ve daha önce bu konuları görmemiş olan 25 öğrenciye sekiz hafta süre ile haftalık 2 saatlik bir derste uygulanmıştır. Uygulama sırasında öğrencilerin görüşleri alınmış ve gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Asıl uygulamada kullanılan kavramsal değişim metnlerinin son halleri Ek-4'de verilmiştir.

3.6.2.Bilgisayar Destekli Öğretim Materyali

Araştırmada kullanılan bilgisayar destekli öğretim materyali tasarlanırken aşağıdaki adımlar takip edilmiştir:

1. Daha önce belirlenen radyoaktivite konusu ile ilgili içerik ve öğrenci kazanımları dikkate alınarak konunun tasarımı yapılmıştır.
2. Yapılan tasarımda konu ile ilgili öğrencilerin anlamakta zorluk çektiği kavramlar ve kavram yanılgıları göz önünde bulundurulmuştur.
3. İçerik, öğrenci kazanımları ve kavram yanılgıları dikkate alınarak tasarımda yer alacak resimler, simülasyonlar ve animasyonlar belirlenmiştir. Simülasyonların büyük bir kısmı <http://www.furrryalephant.com/content/radioactivity/teaching-learning/> ve <http://phet.colorado.edu/tr/simulations/category/physics> web adresinden alınmıştır. Diğer resim, simülasyon ve animasyonların alındığı sitelerin linkleri Ek-5'de verilmiştir.
4. Bu basamakta hazırlanan tasarım bilgisayar ortamına aktarılmıştır.
5. Geliştirilen materyal hakkında bir fizik eğitimcisi, bir bilgisayar uzmanı ve bir öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme uzmanının görüşleri alınmış ve gerekli düzenlemeler yapılmıştır.
6. Materyalin sunumu için Powerpoint programı kullanılmıştır.

Yukarıda yapılan düzenlemelerden sonra bilgisayar destekli öğretim materyali için bir pilot çalışma yapılmıştır. Hazırlanan materyal kontrol ve deney grupları dışında yer alan 25 öğrenciye sekiz hafta süre ile haftalık 2 saatlik bir derste uygulanmıştır. Uygulama sırasında öğrencilerin görüşleri alınmış ve gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Asıl uygulamada kullanılan bilgisayar destekli öğretim materyalinde kullanılan resim, animasyon ve simülasyonların örnek ekran görüntüleri Ek-6'da verilmiştir.

3.7.Uygulama

Bu araştırma, 2011-2012 öğretim yılı bahar döneminde on hafta süreyle Celal Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programı dördüncü sınıfta dört ayrı şubede öğrenim gören toplam 92 öğrenciyle yürütülmüştür. Araştırmada farklı öğretim yöntemlerinin radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesine ve öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarına etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, kontrol ve deney grupları oluşturulmuştur. Radyoaktivite konularının öğretiminde, birinci deney grubunda bilgisayar destekli öğretim, ikinci deney grubunda kavramsal değişim metinleri, üçüncü deney grubunda bilgisayar destekli öğretim ile birlikte kavramsal değişim metinleri ve kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemi kullanılmıştır. Uygulama haftada iki ders saatini kapsayacak şekilde, her dört grupta da araştırmacı tarafından yapılmıştır. Kontrol ve deney gruplarının tamamına uygulamaya başlamadan önce kavram yanlışları belirleme testi ve fizik öğrenmeye yönelik tutum ölçeği ön test olarak uygulanmıştır. Farklı öğretim yöntemlerinin, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının giderilmesine ve tutumlara olan etkisini belirlemek amacıyla kavram yanlışları belirleme testi ve fizik öğrenmeye yönelik tutum ölçeği son test olarak tekrar uygulanmıştır.

Kontrol ve deney gruplarında uygulanan program Çizelge 3.13'de özetlenmiştir.

Çizelge 3.13. Kontrol ve Deney Gruplarına Uygulanan Program

1. Hafta	Çekirdeğin yapısı, çekirdek kararlılığı
2. Hafta	Radyoaktiflik
3. Hafta	Bozunma hızı, yarılanma süresi
4. Hafta	Alfa, beta, gama bozunumları
5. Hafta	Radyasyon
6. Hafta	Radyoaktif ışınların giricilikleri
7. Hafta	Çekirdek reaksiyonlarının genel özellikleri
8. Hafta	Fisyon
9. Hafta	Füzyon
10. Hafta	Problem çözümü

3.7.1.Kontrol Grubunda Yapılan Uygulama

Kontrol grubunda geleneksel öğretim yöntemi kullanılmıştır. Konular işlenirken, Çizelge 3.13'de verilen program dikkate alınmıştır. Konular öğrencilere araştırmacı tarafından anlatım yöntemi kullanılarak aktarılmıştır. Araştırmacı daha önceden hazırlamış olduğu ders notlarından konuyu anlatmış, öğrencilere not tutturmuş ve örnekler vererek dersi işlemiştir. Sınıfta öğrenciler dinleyici konumunda kalmışlar ve sadece kendilerine soru sorulduğunda sorulara cevap vermişlerdir. Konunun anlatımı sırasında, öğrencilerden gelen cevapları araştırmacı doğrudan cevaplamıştır. Konuyla ilgili formüller, şekiller, reaksiyonlar tahtaya çizilmiştir. Dersler öğretmen merkezli ve sınırlı kaynak kullanılarak işlenmiştir. Deney gruplarındaki kadar sıklıkla olmasa da bazı durumlarda tartışma ortamı oluşturulmuştur. Ayrıca konuların sunumu sırasında basitten karmaşığa doğru bir anlatım tercih edilmiştir. Uygulamaların sonunda 2 ders saati soru çözümü gerçekleştirilmiştir.

3.7.2.Birinci Deney Grubunda Yapılan Uygulama

Birinci deney grubunda bilgisayar destekli öğretim kullanılmıştır. Bilgisayar destekli öğretim uygulamalarında özellikle soyut kavramlarla ilgili resimler, animasyonlar ve simülasyonların kullanılması öğrencilerin öğrenme sürecine daha fazla katılımlarına olanak sağlar. Aynı zamanda öğrenciler anlamakta güçlük çektikleri kavramları zihinlerinde daha kolay yapılandırabilir.

Bu grupta yapılan uygulamada öncelikle öğretimin yapıldığı sınıfa bilgisayar, sunum cihazı ve çevre birimleri kurulmuştur. Dersler, sınıf ortamında sunum cihazı yardımıyla işlenmiş ve konu bilgisayar yardımı ile öğretilmiştir. Bu öğretim şeklinde radyoaktivite konusu, konu ile ilgili bilgileri, uygun resimleri, animasyonları ve simülasyonları içeren sunumlar bilgisayar kullanılarak sunum cihazı ile perdeye yansıtılmış ve konular anlatılmıştır. Öğrenme faaliyetleri basamaklar halinde sunulmuştur. Ders esnasında bazı simülasyonlar internet vasıtasıyla uluslararası sitelere bağlanarak gösterilmiştir. Bağlantı kurulan sitelerin linkleri Ek-5'de belirtilmiştir. Öğrenciler izledikleri sunumla ilgili çizimlerini ve konu ile ilgili bilgileri defterlerine yazmışlardır. Sunum devam ederken öğrencilerin takıldığı bir nokta olduğunda, sunum durdurulmuş ve açıklama yapılmıştır. Ayrıca resim, animasyon ve simülasyonlar izledikten sonra konu ile ilgili kısa bilgiler verilmiştir. Anlaşılmayan yerler olduğunda, sunum tekrar edilmiştir. Öğrencilerin derse katılımını sağlamak amacıyla, öğrenciler mümkün olduğunca aktif tutulmuştur. Öğrenciler sınıfta izlemiş oldukları resim, animasyon ve simülasyonlar hakkındaki düşüncelerini rahatlıkla ifade edebilmişlerdir. Uygulamaların sonunda 2 ders saati soru çözümü gerçekleştirilmiştir.

Uygulamalarda kullanılan resim, simülasyon ve animasyonların örnek ekran görüntüleri Ek-6'da verilmiştir.

Simülasyonlar sayesinde gerçekleştirilmesi çok zor ya da mümkün olmayan, hayati tehlikesi olan deneyler, deney düzenekleri öğrencilere sunulmuştur. Öğrenciler sonuçları gözlemlemiş ve öğrenme somutlaştırılmıştır. Animasyonlar ve resimler öğrencilerin zihninde soyut olan olayları gözlemlenebilir hale getirmiştir. Simülasyonlar, animasyonlar ve resimler anlaşılmasında güçlük çekilen kavramların öğretiminde ve anlamlı öğrenmenin gerçekleştirilmesinde, öğrencilerin görsel ve düşünsel yapılarını harekete geçirmiş, öğrenme çevrelerini zenginleştirmiş ve onların konuya odaklanma kapasitelerini artırmıştır.

3.7.3.İkinci Deney Grubunda Yapılan Uygulama

İkinci deney grubundaki öğrencilere radyoaktivite konuları, kavramsal değişim metinleri kullanılarak anlatılmıştır. Derslerde kullanılan kavramsal değişim metinleri (KDM) hazırlanırken Posner et al. (1982) tarafından tanımlanan “Kavramsal Değişim Yaklaşımı” temel alınmıştır. Uygulama öncesinde öğrencilere kavramsal değişim metinlerinin mahiyeti ve dersin işleniş hakkında kısa bir bilgi verilmiştir

Kavramsal değişim metinlerinin amacı öğrencilerin bilimsel olmayan kavramlarını bilimsel olarak doğru kabul edilen kavramlarla değiştirmelerini sağlamaktır. Bunu sağlamak için öncelikle öğrencilerin mevcut kavramlarının yanlış ve yetersiz olduğunu hissetmeleri gerekir. Bu sayede öğrenciler yeni bilgiyi anlaşılır, mantıklı ve verimli bulup kabul ederler. Bu amaçla başlangıçta öğrencilerde var olan kavram yanlışları ile ilgili öğrencilere sorular sorulmuş ve tartışma ortamı oluşturulmuştur.

Bu grupta yapılan uygulamada o günkü derste anlatılan konularla ilgili hazırlanmış olan kavramsal değişim metinleri kullanılmıştır. Hazırlanan kavramsal değişim metinleri öğrencilere dağıtılmıştır. Öncelikle araştırmacı kavramsal değişim metninde yer alan soruyu sınıfa sormuştur. Sınıfta herkesin fikrini söylenmesi sağlanmış ve tartışma ortamı oluşturulmuştur. Bu sayede öğrencilerin zihninde soru işaretleri oluşturulmuş ve bilgilerinden şüphe duymaları sağlanmıştır. Daha sonra öğrencilerden metinleri dikkatlice okumaları istenmiştir. Okuma işleminden sonra öğrencilerin metinlerle ilgili soruları cevaplanmış ve anlaşılmayan noktalar üzerinde gerekli açıklamalar yapılmıştır. Söz konusu kavram ve kavram yanlışları ile ilgili tartışma ortamı oluşturularak öğrencilerin bilimsel olmayan bilgilerden kurtularak bilimsel olarak doğru kabul edilen bilgileri kazanmaları amaçlanmıştır.

Bu grupta konuların anlatımı sırasında derse katılımı sağlamak için öğrenciler mümkün olduğunca aktif tutulmaya çalışılmıştır. Bu amaçla dersin her aşamasında öğrencilere sık-sık sorular sorularak tartışma ortamı oluşturulmuş ve öğrencilerin konularla ilgili düşüncelerinin ortaya çıkartılması amaçlanmıştır.

3.7.4.Üçüncü Deney Grubunda Yapılan Uygulama

Üçüncü deney grubunda bilgisayar destekli öğretim ile birlikte kavramsal değişim metinleri kullanılmıştır. Bu grupta birinci deney grubunda uygulanan bilgisayar destekli öğretimin yanı sıra dersin son on beş dakikasında o günkü derste anlatılan konularla ilgili kavramsal değişim metinlerine yer verilmiştir. Birinci ve ikinci deney gruplarında uygulanan yöntemlerin aynıısı birlikte kullanılmıştır.

3.8.Verilerin Analizi

Araştırma süresince elde edilen bütün veriler uygun istatistiksel teknikler kullanılarak değerlendirilmiştir. İstatistik değerlendirmeler yapılırken deney ve kontrol grupları açısından ifade edilen hipotezler için anlamlılık düzeyi 0.05 olarak belirlenmiştir.

Toplanan verilerden birden fazla bağımsız değişkenin birden fazla bağımlı değişken üzerindeki etkisini incelemek amacıyla çok değişkenli varyans analizi (multivariate analysis of variance-MANOVA) analizi kullanılmıştır. Bulgular doğrultusunda, birimler arasındaki farkların hangi gruplar arasında olduğunu belirleyebilmek amacıyla ANOVA ve Bonferroni testi ile Post Hoc analizi yapılmıştır. Toplanan veriler, SPSS 21.0 programıyla çözümlenmiştir. Araştırmanın birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü, onuncu, on birinci, on ikinci ve on üçüncü alt problemleri için bağımlı grup t-test (Paired samples t-test) analizi yapılmıştır. Beşinci, altıncı, on dördüncü ve on beşinci alt problemleri için çok değişkenli varyans analizi (MANOVA) testi kullanılmıştır. Öğrencilerin KYBT, FÖYTÖ puanlarının incelenmesine ilişkin olarak yapılan analizlerde iki grubun karşılaştırılmasında bağımlı grup t-test (Paired samples t-test), üç ya da daha fazla grubun karşılaştırılmasında ise çok değişkenli varyans analizi (MANOVA) tekniği kullanılmıştır. MANOVA, bir ya da daha çok faktöre göre oluşan grupların birden fazla değişken bakımından anlamlı farklılık gösterip göstermediğini test etmek amacıyla kullanılmaktadır (Büyüköztürk, 2011; Green, Salkind ve Akey; Kalaycı, 2006; Stevens, 2002). Grupların ortalamaları arasında herhangi bir bağımlı değişken açısından fark olup olmadığına karar vermek için çok değişkenli test istatistiklerinden Wilks Lambda istatistiği, hangi bağımlı değişken açısından gruplar arasında fark olduğunu belirlemek için F istatistiği kullanılmıştır. MANOVA için hesap edilen Wilks Lambda ya da F değeri anlamlı çıkarsa, grupların bağımlı değişkenler bakımından

gözlenen bu farklarının kaynağını yorumlamak amacıyla gruplar, her bir bağımlı değişken için ANOVA ile karşılaştırılır. Bu nedenle gruplar arasındaki farkların hangi gruplar arasında olduğunu belirleyebilmek amacıyla ANOVA kullanılmıştır. Grupların üç ya da daha fazla olması durumunda Post-Hoc çoklu karşılaştırma testlerinin kullanılması gerekir. Bu karşılaştırma işlemi için Bonferroni testi yapılmıştır. Ayrıca bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etki büyüklüğünü belirlemek için etki büyüklüğü (eta kare) değerleri de incelenmiştir. Etki büyüklüğü aldığı değere göre;

$0.01 \leq \eta^2 < 0.06$ “düşük düzeyde etki”,

$0.06 \leq \eta^2 < 0.14$ “orta düzeyde etki”

$\eta^2 > 0.14$ “geniş düzeyde etki”

şeklinde yorumlanmaktadır (Cohen, 1988).

Araştırmanın yedinci, sekizinci, dokuzuncu, on altıncı, on yedinci ve on sekizinci alt problemi için karışık ölçümler için iki faktörlü ANOVA (Two-Way ANOVA for Mixed Measures) analizi yapılmıştır. Bu analiz yöntemi, işlem gruplarına bağlı olarak ilişkisiz ölçümlerin ve zamana bağlı olarak tekrarlı ölçümlerin söz edildiği iki faktörlü karışık (split-plot) desenlerde, uygulanan deneysel işlemin etkililiğine ilişkin satır x sütun ortak etkisini ve satır ve sütun faktörlerinin temel etkilerini test etmek için kullanılır (Büyüköztürk, 2011).

Ayrıca iki faktörlü ANOVA analizinden elde edilen bazı sonuçları desteklemek amacıyla tek faktörlü varyans analizi (One-Way Anova)’de yapılmıştır.

3.8.1. İki Aşamalı Kavram Yanılgısı Belirleme Testi (KYBT)’nin Analizi

Bu çalışmada KYBT olarak iki aşamalı teşhis testi kullanılmıştır. İki aşamalı teşhis testlerinin analizleri için genellikle öğrencilerin her bir sorunun ilk aşamasına verdikleri cevaplar ile bu cevaplar için seçtiği gerekçelerin kombinasyonuna bakılır. Bu çalışmada bu kombinasyon dikkate alınmış ve öğrencilerin KYBT’ye verdikleri yanıtlar aşağıdaki kriterlere göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.14. İki aşamalı Soruları Analiz Etmede Kullanılan Değerlendirme Kriterleri (Karataş vd., 2003)

Değerlendirme Kriterleri	Puan
Doğru Cevap – Doğru Gerekçe	3
Yanlış Cevap – Doğru Gerekçe	2
Doğru Cevap – Yanlış Gerekçe	1
Yanlış Cevap – Yanlış Gerekçe	0

Yukarıda testin çoktan seçmeli içerik kısmına yanlış cevap verilmesine karşın doğru gerekçe ileri sürüldüğü takdirde 2 puan, buna karşın doğru cevap yanlış gerekçe ileri sürdüklerinde 1 puan verilmesi dikkat çekicidir. Öğrenciler sorunun yanıtını bilmediği halde yanlışlıkla doğru cevabı verebilir. Yine benzer şekilde sorunun yanıtını bildiği halde yanlış cevabı da verebilir. Bundan dolayı doğru cevabı verip onunla ilgili doğru gerekçe ileri süremeyen birey ya yüzeysel anlamaya sahiptir ya da yanlışlıkla doğru cevabı işaretlemiş olabilir. Dolayısıyla bu şekildeki bir cevabın puanının tam puanın yarısından daha düşük bir puan olması uygun görülmektedir. Benzer şekilde öğrenciler yanlışlıkla doğru olmayan seçeneği işaretlemelerine rağmen soruyla ilgili doğru gerekçe ileri sürebilirler. Bu durum öğrencinin konuyla ilgili muhakeme yeteneğinin ve anlama düzeyinin yüksek olduğunu gösterir. Dolayısıyla bu şekildeki bir cevabın puanının tam puanın yarısından fazla olması uygun görülmektedir (Karataş vd., 2003).

Bu çalışmada veri toplama amacıyla kullanılan KYBT’de 18 tane iki aşamalı soru bulunmaktadır. Çizelge 3.14.’deki puanlama kriteri dikkate alındığında bir öğrenci tüm soruları doğru yanıtlarsa toplam 54 puan (en yüksek puan), tüm soruları yanlış cevaplırsa ise 0 puan (en düşük puan) almaktadır. Yani öğrencilerin alabileceği puanlar 0-54 puan aralığında bulunmaktadır.

3.8.2.Fizik Öğrenmeye Yönelik Tutum Ölçeği (FÖYTÖ)’nin Analizi

Bu çalışmada öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarını belirleyebilmek için 5’li Likert tipi “Fizik Öğrenmeye Yönelik Tutum Ölçeği (FÖYTÖ)” kullanılmıştır. Bu ölçek öğrencilere ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Uygulamalardan sonra olumlu cümleler “Kesinlikle Katılıyorum” kategorisinden başlayarak sırasıyla 5,4,3,2,1 olarak, olumsuz cümleler yine aynı kategoriden başlayarak sırasıyla 1,2,3,4,5 olarak puanlanmıştır.

3.8.3.Mülakatlardan Elde Edilen Verilerin Analizi

Mülakatların analizinde mülakat boyunca söylenenlerin tamamen alınması uygun bulunmamaktadır. Bunun yerine mülakatlardan elde edilen bilgilerin düzenlenmesi ve düzgün ifadeleri içeren bir yapının kullanılması daha uygun görülmektedir (Cohen and Manion, 1989; White and Gunstone, 1992; Ayas, Karamustafaoğlu ve Karamustafaoğlu, 2001). Bu düzenleme sonucunda mülakattaki duraksamalar, yanlış başlangıçlar, heyecan ve duyguların gösterimi olan bazı ifadeler yer almaz (Cohen and Manion,1989; Ünal, 2007)

Bu çalışmadaki mülakatların yazılı metne dönüştürülmesi sırasında konu haricindeki konuşmalar, duraksamalar, yanlış başlangıçlar, heyecan ve duyguların gösterimi olan bazı ifadeler çıkarılmıştır.

4.BULGULAR

Araştırmanın bu bölümünde, kavram yanılgısı belirleme testi, fizik öğrenmeye yönelik tutum ölçeği ve mülakatlardan elde edilen bulgular sunulmuştur. Deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen veriler istatistiksel olarak çözümlenmiş ve ortaya çıkan bulgular yorumlanmıştır.

4.1.KYBT'den Elde Edilen İstatistiksel Bulgular

Bu bölümde, araştırmanın amacı doğrultusunda KYBT'den elde edilen istatistiksel bulgulara yer verilmiştir. Bu kapsamda araştırma problemi ve alt problemlerine bağlı kalınarak hipotezler test edilmiştir. Sıfır hipotezleri olarak adlandırılan araştırma hipotezleri uygun istatistiksel yöntemler ile test edildikten sonra hipotezler kabul veya reddedilmiştir.

Araştırmanın “Radyoaktivite konusundaki kavram yanılgılarının giderilmesinde bilgisayar destekli öğretimin bir etkisi var mıdır?”, “Radyoaktivite konusundaki kavram yanılgılarının giderilmesinde kavramsal değişim metinlerinin bir etkisi var mıdır?”, “Radyoaktivite konusundaki kavram yanılgılarının giderilmesinde geleneksel öğretim yönteminin bir etkisi var mıdır?” ve Radyoaktivite konusundaki kavram yanılgılarının giderilmesinde bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metinlerinin birlikte kullanılmasının bir etkisi var mıdır?” şeklindeki alt problemlerine cevap bulabilmek için KYBT puan ortalamalarına bağımlı grup t-testi analizi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Öğrencilerin KYBT Ön Test-Son Test Puan Ortalamalarına Uygulanan Bağımlı Grup “t” Testi Sonuçları

Değişkenler	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
GÖY**	ÖNTEST	23	27.9130	6.82184	22	3.166
	SONTEST	23	32.0870	2.77837		
BDÖ**	ÖNTEST	23	27.0000	4.98179	22	7.484
	SONTEST	23	38.8261	4.67734		
KDM**	ÖNTEST	23	28.8696	6.76424	22	6.449
	SONTEST	23	40.8696	5.69134		
BDÖ+KDM**	ÖNTEST	23	25.4348	8.64358	22	9.402
	SONTEST	23	45.5217	3.78239		

*p<0.05

**GÖY: Geleneksel Öğretim Yöntemi; BDÖ: Bilgisayar Destekli Öğretim; KDM: Kavramsal Değişim Metinleri; BDÖ+KDM: Bilgisayar Destekli Öğretim İle Kavramsal Değişim Metinlerinin Birlikte Kullanılması

Araştırmanın H₀1, H₀2, H₀3 ve H₀4 hipotezleri aşağıdaki şekilde verilmiştir.

H₀1-Radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde geleneksel öğretim yönteminin bir etkisi yoktur.

H₀2-Radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde bilgisayar destekli öğretimin bir etkisi yoktur.

H₀3-Radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde kavramsal değişim metnlerinin bir etkisi yoktur.

H₀4-Radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metnlerinin birlikte kullanılmasının bir etkisi yoktur.

Çizelge 4.1'e göre geleneksel öğretim yönteminin kullanıldığı kontrol grubunun KYBT ön test puan ortalaması $\bar{X}=27.9130$, son test puan ortalaması ise $\bar{X}=32.0870$ 'dir. Grup ortalamaları arasında bir farklılık olduğu görülmektedir. Bu farklılığın anlamlı düzeyde olup olmadığını belirlemek için yapılan t-testi sonucunda bu farkın anlamlı olduğu görülmüştür, $t(22)=3.166$, $p<0.05$. Bu sonuca göre H_01 hipotezi reddedilmiştir. Radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde geleneksel öğretim yöntemi etkili bir yöntemdir.

Bilgisayar destekli öğretimin kullanıldığı birinci deney grubunun KYBT ön test puan ortalaması $\bar{X}=27.0000$, son test puan ortalaması ise $\bar{X}=38.8261$ 'dir. Grup ortalamaları arasında bir farklılık olduğu görülmektedir. Bu farklılığın anlamlı düzeyde olup olmadığını belirlemek için yapılan t-testi sonucunda bu farkın anlamlı olduğu görülmüştür, $t(22)=7.484$, $p<0.05$. Bu sonuca göre H_02 hipotezi reddedilmiştir. Radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde bilgisayar destekli öğretim etkili bir yöntemdir.

Kavramsal değişim metnlerinin kullanıldığı ikinci deney grubunun KYBT ön test puan ortalaması $\bar{X}=28.8696$, son test puan ortalaması ise $\bar{X}=40.8696$ 'dir. Grup ortalamaları arasında bir farklılık olduğu görülmektedir. Bu farklılığın anlamlı düzeyde olup olmadığını belirlemek için yapılan t-testi sonucunda bu farkın anlamlı olduğu görülmüştür, $t(22)=6.449$, $p<0.05$. Bu sonuca göre H_03 hipotezi reddedilmiştir. Radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde kavramsal değişim metinleri etkili bir yöntemdir.

Bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metnlerinin birlikte kullanıldığı üçüncü deney grubunun KYBT ön test puan ortalaması $\bar{X}=25.4348$, son test puan ortalaması ise $\bar{X}=45.5217$ 'dir. Grup ortalamaları arasında bir farklılık olduğu görülmektedir. Bu farklılığın anlamlı düzeyde olup olmadığını belirlemek için yapılan t-testi sonucunda bu farkın anlamlı olduğu görülmüştür, $t(22)=9.402$, $p<0.05$. Bu sonuca göre H_04 hipotezi reddedilmiştir. Radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metnlerinin birlikte kullanılması etkili bir yöntemdir.

Araştırmanın "Öğrencilerin KYBT ön test puan ortalamaları gruplara göre anlamlı farklılık göstermekte midir?" ve "Öğrencilerin KYBT son test puan ortalamaları gruplara göre anlamlı farklılık göstermekte midir?" şeklindeki beşinci ve altıncı alt problemine cevap bulmak amacıyla yapılan istatistik sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Çizelge 4.2. Öğrencilerin KYBT Puanlarının Betimsel İstatistik Sonuçları

Gruplar	N	$\bar{X}$	Ss
ÖNTEST			
GÖY	23	27.9130	6.82184
BDÖ	23	27.0000	4.98179
KDM	23	28.8696	6.76424
BDÖ+KDM	23	25.4348	8.64358
Toplam	92	27.3043	6.92779
SONTEST			
GÖY	23	32.0870	2.77837
BDÖ	23	38.8261	4.67734
KDM	23	40.8696	5.69134
BDÖ+KDM	23	45.5217	3.75221
Toplam	92	39.3261	6.48093

Grupların ön test ve son test puan ortalamalarının kendi içinde anlamlı farklılık gösterip göstermediğini test etmek amacıyla çok değişkenli varyans analizi (MANOVA) yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda KYBT değişkeninin gruplar arasında anlamlı bir farklılaşmaya sahip olduğu görülmüştür, Wilks Lambda (λ)=0.427, $F(6,174)=15.374$, $p<0.05$. Çok değişkenli istatistik testi manidar bulunduğundan gruplar için en az bir bağımlı değişkene ilişkin ortalama farkının manidar olduğu sonucuna varılmıştır. Eta kare değeri ise $\eta^2=.346$ olarak bulunmuştur. Buna göre etki büyüklüğü “geniş düzeyde etki” boyutundadır. Bu bulgu aynı zamanda öğrencilerin KYBT puanlarındaki toplam değişkenliğin %34’nün deneysel uygulamalardan kaynaklandığını göstermektedir.

Her bir bağımlı değişken için MANOVA’ya ek izleme testleri olarak varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Gruplar, bağımlı değişkenler bakımından gözlenen farklarının kaynağını yorumlamak amacıyla her bir bağımlı değişken için ANOVA ile karşılaştırılmış ve sonuçlar Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. KYBT Ön Test ve Son Test Puanlarının Uygulanan Yönteme Göre Ortalama ve Standart Sapma Değerleri ve ANOVA Sonuçları

Grup	N	$\bar{X}$	Ss	sd	F	p	η^2
ÖNTEST							
GÖY	23	27.9130	6.82184				
BDÖ	23	27.0000	4.98179				
KDM	23	28.8696	6.76424	3-88	1.024	.386	.034
BDÖ+KDM	23	25.4348	8.64358				
Toplam	92	27.3043	6.92779				
SONTEST							
GÖY	23	32.0870	2.77837				
BDÖ	23	38.8261	4.67734				
KDM	23	40.8696	5.69134	3-88	37.664	.000*	.562
BDÖ+KDM	23	45.5217	3.75221				
Toplam	92	39.3261	6.48093				

*p<0.05

Araştırmanın H_{05} ve H_{06} hipotezleri aşağıdaki şekilde verilmiştir.

H_{05} -Öğrencilerin KYBT ön test puan ortalamaları gruplara göre anlamlı farklılık göstermemektedir.

H_{06} - Öğrencilerin KYBT son test puan ortalamaları gruplara göre anlamlı farklılık göstermemektedir.

Çizelge 4.3'e göre grupların KYBT ön test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır, $F(3,88)=1.024$, $p>0.05$, $\eta^2=.034$. Dolayısıyla H_{05} hipotezi kabul edilmiştir. Bu sonuç, kontrol ve deney gruplarındaki öğrencilerin başlangıçta radyoaktivite konusundaki kavram yanılgıları açısından aynı düzeyde olduğunu göstermektedir.

Öğrencilerin KYBT son test puanları ise gruplara göre anlamlı düzeyde farklılık göstermektedir, $F(3,88)=37.664$, $p<0.05$, $\eta^2=.562$. Bu sonuca göre ise H_{06} hipotezi reddedilmiştir. Öğrencilerin kavram yanılgıları açısından başlangıçta aynı düzeyde oldukları dikkate alınırsa, uygulanan yöntemlerin öğrencilerin radyoaktivite konusundaki kavram yanılgılarının giderilmesinde farklı etkilere sahip olduğu görülmektedir. Son test için etki büyüklüğünü belirlemek için eta kare (η^2) değerine bakıldığında grup değişkenin KYBT puanı üzerinde "geniş düzeyde etki" ye ($\eta^2=.562$) sahip olduğu görülmektedir. Bu bulgu aynı zamanda öğrencilerin KYBT son test puanlarındaki toplam değişkenliğin %56'sının deneysel uygulamalardan kaynaklandığını göstermektedir.

Öğrencilerin KYBT son test puan ortalamalarının hangi gruplara göre farklılık gösterdiğini test etmek amacıyla Bonferroni testi ile Post Hoc analizi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.4'de sunulmuştur.

Çizelge 4.4. Öğrencilerin KYBT Son Test Puan Ortalamalarının Hangi Gruba Göre Farklılık Gösterdiğine İlişkin Bonferroni Testi Sonuçları

Grup (I)	Grup (J)	Ortalamalar Arası Fark (I-J)	p
GÖY	BDÖ	-6.7391*	.000**
	KDM	-8.7826*	.000**
	BDÖ+KDM	-13.4348*	.000**
BDÖ	GÖY	6.7391*	.000**
	KDM	-2.0435	.694
	BDÖ+KDM	-6.6957*	.000**
KDM	GÖY	8.7826*	.000**
	BDÖ	2.0435	.694
	BDÖ+KDM	-4.6522*	.003**
BDÖ+KDM	GÖY	13.4348*	.000**
	BDÖ	6.6957*	.000**
	KDM	4.6522*	.003**

**p<0.05

Çizelge 4.4'de görülen Bonferroni testi sonuçlarına göre; GÖY ve BDÖ gruplarının KYBT son test puan ortalamaları arasında BDÖ grubu lehine; GÖY ve KDM gruplarının KYBT son test puan ortalamaları arasında KDM grubu lehine; GÖY ve BDÖ+KDM son test puan ortalamaları arasında BDÖ+KDM grubu lehine anlamlı bir farklılığın tespit edildiği görülmektedir ($p<0.05$). BDÖ ve KDM gruplarının KYBT son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>.006$). BDÖ ve BDÖ+KDM gruplarının KYBT son test puan ortalamaları arasında BDÖ+KDM grubu lehine; KDM ve BDÖ+KDM gruplarının KYBT son test puan ortalamaları arasında BDÖ+KDM grubu lehine anlamlı bir farklılığın tespit edildiği görülmektedir ($p<0.05$). BDÖ ve BDÖ+KDM gruplarının KYBT son test puan ortalamaları arasında BDÖ+KDM grubu lehine; KDM ve BDÖ+KDM gruplarının KYBT son test puan ortalamaları arasında BDÖ+KDM grubu lehine anlamlı bir farklılığın tespit edildiği görülmektedir ($p<0.05$). BDÖ, KDM ve BDÖ+KDM gruplarının KYBT son test puan ortalamalarının GÖY uygulanan grubun KYBT son test puan ortalamasına göre daha fazla olduğu görülmektedir. BDÖ ve KDM gruplarının KYBT son test puan ortalamaları arasında ise anlamlı bir fark yoktur. BDÖ+KDM grubunun KYBT son test puan ortalaması ise BDÖ ve KDM gruplarının KYBT son test puan ortalamasına göre daha fazladır.

Araştırmanın "Grup ayrımı yapmaksızın öğrencilerin deney öncesinden deney sonrasına KYBT puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?", "Farklı öğretim yöntemleri uygulanan öğrencilerin KYBT ön test ve son test puanlarından elde edilen toplam puanlarının ortalamaları

arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” ve “Farklı öğretim yöntemleri uygulanan öğrencilerin deney öncesi ve sonrasındaki KYBT puan ortalamalarındaki değişim, birbirinden anlamlı bir farklılık göstermekte midir?” şeklindeki yedinci, sekizinci ve dokuzuncu alt problemine cevap bulmak amacıyla yapılan istatistik sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Farklı öğretim yöntemleri uygulanan öğrencilerin KYBT puan ortalamalarında deney öncesine göre deney sonrasında gözlenen değişimlerin anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin iki faktörlü ANOVA sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Öğrencilerin KYBT Ön Test-Son Test Puanlarının ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p	η^2
Deneklerarası	3630.718	91				
Grup (Birey/Grup)	839.370	3	279.790	8.821	.000*	.231
Hata	2791.348	88	31.720			
Denekleriçi	11207	92				
Ölçüm (Ön test-Son test)	6648.022	1	6648.022	188.583	.000*	.682
Grup*Ölçüm	1456.761	3	485.587	13.775	.000*	.320
Hata	3102.217	88	35.252			
Toplam	14837.718	183				

*p<0.05

Araştırmanın H_07 , H_08 ve H_09 hipotezleri aşağıdaki şekilde verilmiştir.

H_07 -Grup ayrımı yapmaksızın öğrencilerin deney öncesinden deney sonrasına KYBT puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

H_08 -Farklı öğretim yöntemleri uygulanan öğrencilerin KYBT ön test ve son test puanlarından elde edilen toplam puanlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

H_09 -Farklı öğretim yöntemleri uygulanan öğrencilerin deney öncesi ve sonrasındaki KYBT puan ortalamalarındaki değişim, birbirinden anlamlı bir farklılık göstermemektedir.

Çizelge 4.5’e göre ölçüm temel etkisi olarak, grup ayrımı yapmaksızın öğrencilerin deney öncesinden deney sonrasına KYBT puan ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olduğu söylenebilir, $F(1,88)=188.583$, $p<0.05$. Bu sonuca göre H_07 hipotezi reddedilmiştir. Uygulanan öğretim yöntemlerinin öğrencilerin radyoaktivite konusundaki kavram yanılgılarının giderilmesinde etkili yöntemler olduğu görülmektedir. Ancak bu bulgu, gözlenen değişimlerin kaynağı hakkında net bir bilgi sunmamaktadır. Eta kare değeri ise $\eta^2=.682$ olarak bulunmuştur. Buna göre etki büyüklüğü “geniş düzeyde etki” boyutundadır. Bu bulgu aynı zamanda

öğrencilerin KYBT puan ortalamalarındaki değişkenliğin %68'nin ölçüm temel etkisinden kaynaklandığını göstermektedir.

Grup etkisi olarak, farklı öğretim yöntemleri uygulanan öğrencilerin KYBT ön test ve son test puanlarından elde edilen toplam puanlarının ortalamaları arasında da anlamlı bir farklılığın olduğu söylenebilir, $F(3,88)=8.821$, $p<0.05$. Bu sonuca göre H_08 hipotezi reddedilmiştir. Uygulanan öğretim yöntemlerinin öğrencilerin KYBT puanlarını değiştirmede farklı etkilere sahip olduğu görülmektedir.. Bu test, görüldüğü üzere grupların ön testten son teste olan değişimlerini dikkate almamaktadır. Eta kare değeri ise $\eta^2=.231$ olarak bulunmuştur. Buna göre etki büyüklüğü “geniş düzeyde etki” boyutundadır. Bu bulgu aynı zamanda öğrencilerin KYBT ön test ve son test puanlarından elde edilen toplam puanlarının ortalamalarındaki değişkenliğin %23'nün grup etkisinden kaynaklandığını göstermektedir.

Grup*Ölçüm ortak etkisi olarak, farklı öğretim yöntemleri uygulanan öğrencilerin deney öncesi ve sonrasındaki KYBT puan ortalamalarındaki değişimin birbirinden anlamlı bir farklılık gösterdiği söylenebilir, $F(3,88)=13.775$, $p<0.05$. Bu sonuca göre H_09 hipotezi de reddedilmiştir. Bu bulgu, uygulanan öğretim yöntemlerinin öğrencilerin KYBT puanlarını değiştirmede farklı etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Eta kare değeri ise $\eta^2=.320$ olarak bulunmuştur. Buna göre etki büyüklüğü “geniş düzeyde etki” boyutundadır. Bu bulgu aynı zamanda farklı öğretim yöntemleri uygulanan öğrencilerin deney öncesi ve sonrasındaki KYBT puan ortalamalarındaki değişimin %32'sinin grup*ölçüm etkisinden kaynaklandığını göstermektedir.

Grup*Ölçüm ortak etkisi olarak, farklı öğretim yöntemleri uygulanan öğrencilerin deney öncesi ve sonrasındaki KYBT puan ortalamalarındaki değişimin birbirinden anlamlı bir farklılık gösterdiğini söylemiştik, $F(3,88)=13.775$, $p<0.05$. Bu farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığını farklı bir şekilde analiz etmek için yapılan istatistik sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Uygulanan öğretim yöntemlerinin, deney öncesi ve sonrasında öğrencilerin KYBT puan ortalamalarındaki değişime etkilerini test etmek amacıyla, grupların KYBT son test-ön test ortalama fark puanları hesaplanmış ($FarkKYBT=Son\ test\ KYBT - Ön\ test\ KYBT$) ve bu fark puanlarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği test edilmiştir. Bunun için tek faktörlü varyans analizi (One-Way Anova) yapılmış ve sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

Grupların KYBT son test-ön test ortalama fark puanları için betimsel istatistik sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Grupların KYBT Son Test-Ön Test Ortalama Fark Puanları (FarkKYBT)
İçin Betimsel İstatistikler

Grup	N	$\bar{X}$	Ss
GÖY	23	4.1739	6.32206
BDÖ	23	11.8261	7.57779
KDM	23	12.0000	8.92392
BDÖ+KDM	23	20.0870	10.24657
Toplam	92	12.0217	10.00986

Grupların KYBT son test-ön test ortalama fark puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını test etmek için yapılan ANOVA analizi sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Grupların KYBT Son Test-Ön Test Ortalama Fark Puanlarının (FarkKYBT)
ANOVA Analizi

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplararası	2913.522	3	971.174	13.775	.000*
Grupiçi	6204.435	88	70.505		
Toplam	9117.957	91			

*p<0.05

Analiz sonuçları grupların KYBT son test-ön test ortalama fark puanları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir, $F(3,88)=13.775$, $p<0.05$ Gruplar arasındaki farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Bonferroni testi ile Post Hoc analizi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.8’de sunulmuştur.

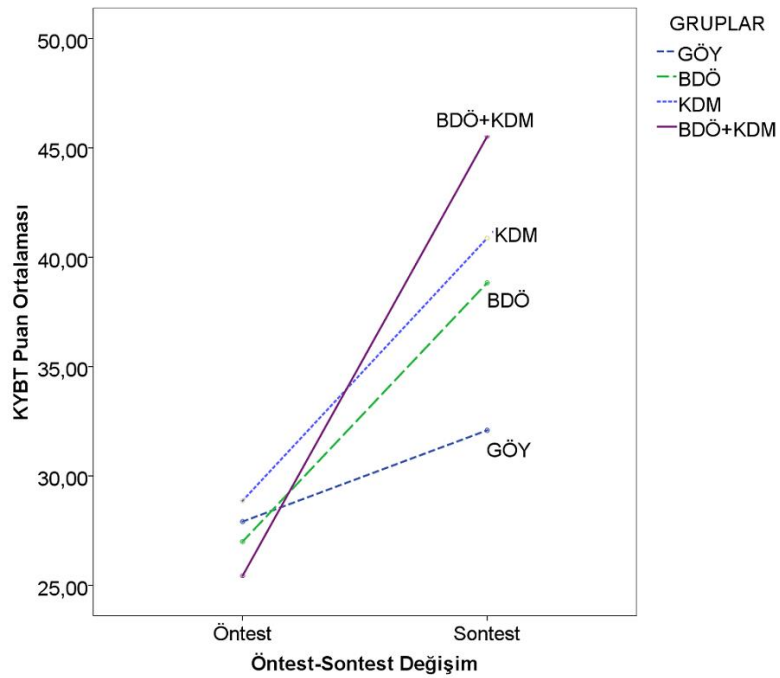
Çizelge 4.8. Grupların KYBT Son Test-Ön Test Ortalama Fark Puanları (FarkKYBT)
İçin Yapılan Bonferroni Testi Sonuçları

Grup (I)	Grup (J)	Ortalamalar Arası Fark (I-J)	p
GÖY	BDÖ	-7.65217*	.016**
	KDM	-7.82609*	.013**
	BDÖ+KDM	-15.91304*	.000**
BDÖ	GÖY	7.65217*	.016**
	KDM	-.17391	1.000
	BDÖ+KDM	-8.26087*	.007
KDM	GÖY	7.82609*	.013**
	BDÖ	.17391	1.000
	BDÖ+KDM	-8.08696*	.009**
BDÖ+KDM	GÖY	15.91304*	.000**
	BDÖ	8.26087*	.007**
	KDM	8.08696*	.009**

**p<0.05

Çizelge 4.8’de görülen Bonferroni testi sonuçlarına göre; GÖY ve BDÖ gruplarının FarkKYBT puanları arasında BDÖ grubu lehine; GÖY ve KDM gruplarının FarkKYBT puanları arasında KDM grubu lehine; GÖY ve BDÖ+KDM FarkKYBT puanları arasında BDÖ+KDM grubu lehine anlamlı bir farklılığın tespit edildiği görülmektedir ($p<0.05$). BDÖ ve KDM gruplarının FarkKYBT puanları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$). BDÖ ve BDÖ+KDM gruplarının FarkKYBT puanları arasında BDÖ+KDM grubu lehine; KDM ve BDÖ+KDM gruplarının FarkKYBT puanları arasında BDÖ+KDM grubu lehine anlamlı bir farklılığın tespit edildiği görülmektedir ($p<0.05$). Bu bulgulara göre, kavram yanlışlarının giderilmesinde öğrenci kazanımları açısından bilgisayar destekli öğretimin, kavramsal değişim metninin, bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metninin birlikte kullanılmasının geleneksel öğretim yöntemine göre daha etkili olduğu görülmektedir. Bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metninin birlikte kullanılması kavram yanlışlarının giderilmesinde öğrenci kazanımları açısından bilgisayar destekli öğretim ve kavramsal değişim metnlerine göre daha etkilidir. Kavram yanlışlarının giderilmesinde öğrenci kazanımları açısından bilgisayar destekli öğretimin ve kavramsal değişim metninin etkileri arasında ise bir fark görülmemiştir.

Grupların ön test-son test değişim miktarları Şekil 1’de sunulmuştur.



Şekil 1. Öğrencilerin Ön Test-Son Test Puan Ortalamalarındaki Değişim

4.2.FÖYTÖ'den Elde Edilen İstatistiksel Bulgular

Araştırmanın “Öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarına geleneksel öğretim yönteminin bir etkisi var mıdır?”, “Öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarına bilgisayar destekli öğretimin bir etkisi var mıdır?”, “Öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarına kavramsal değişim metinlerinin bir etkisi var mıdır?” ve “Öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarına bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metinlerinin birlikte kullanılmasının bir etkisi var mıdır?” şeklindeki alt problemlerine cevap bulabilmek için FÖYTÖ puan ortalamalarına bağımlı grup t-testi analizi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Öğrencilerin FÖYTÖ Ön Test-Son Test Puan Ortalamalarına Uygulanan Bağımlı Grup “t” Testi Sonuçları

Değişkenler	N	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
GÖY*	ÖNTEST	23	137.3478	8.66345	22	7.750 .000*
	SONTEST	23	139.8261	8.67416		
BDÖ**	ÖNTEST	23	136.5652	8.66983	22	10.780 .000*
	SONTEST	23	141.6957	8.95156		
KDM**	ÖNTEST	23	137.1304	10.80111	22	17.186 .000*
	SONTEST	23	143.3043	10.46394		
BDÖ+KDM**	ÖNTEST	23	137.5217	8.42545	22	11.252 .000*
	SONTEST	23	147.0870	7.85038		

*p<0.05

**GÖY: Geleneksel Öğretim Yöntemi; BDÖ: Bilgisayar Destekli Öğretim; KDM: Kavramsal Değişim Metinleri; BDÖ+KDM: Bilgisayar Destekli Öğretim İle Kavramsal Değişim Metinlerinin Birlikte Kullanılması.

Araştırmanın H_{010} , H_{011} , H_{012} ve H_{013} hipotezleri aşağıdaki şekilde verilmiştir.

H_{010} -Öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarına geleneksel öğretim yönteminin bir etkisi yoktur.

H_{011} -Öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarına bilgisayar destekli öğretimin bir etkisi yoktur.

H₀12-Öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarına kavramsal değişim metinlerinin bir etkisi yoktur.

H₀13-Öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarına bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metinlerinin birlikte kullanılmasının bir etkisi yoktur.

Çizelge 4.9'a göre geleneksel öğretim yönteminin uygulandığı kontrol grubunun FÖYTÖ ön test puan ortalaması $\bar{X} = 137.3478$, son test puan ortalaması ise $\bar{X} = 139.8261$ 'dir. Grup ortalamaları arasında bir farklılık olduğu görülmektedir. Bu farklılığın anlamlı düzeyde olup olmadığını belirlemek için yapılan t-testi sonucunda bu farkın anlamlı olduğu görülmüştür, $t(22) = 7.750$, $p < 0.05$. Bu sonuca göre H_{010} hipotezi reddedilmiştir. Geleneksel öğretim yönteminin öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarını artırmada etkili olduğu görülmektedir.

BDÖ yönteminin uygulandığı birinci deney grubunun FÖYTÖ ön test puan ortalaması $\bar{X} = 136.5652$, son test puan ortalaması ise $\bar{X} = 141.6957$ 'dir. Grup ortalamaları arasında bir farklılık olduğu görülmektedir. Bu farklılığın anlamlı düzeyde olup olmadığını belirlemek için yapılan t-testi sonucunda bu farkın anlamlı olduğu görülmüştür, $t(22) = 10.780$, $p < 0.05$. Bu sonuca göre H_{011} hipotezi reddedilmiştir. Bilgisayar destekli öğretimin öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarını artırmada etkili olduğu görülmektedir.

KDM'lerin kullanımını temel alan öğretim yönteminin uygulandığı ikinci deney grubunun FÖYTÖ ön test puan ortalaması $\bar{X} = 137.1304$, son test puan ortalaması ise $\bar{X} = 143.3043$ 'dir. Grup ortalamaları arasında bir farklılık olduğu görülmektedir. Bu farklılığın anlamlı düzeyde olup olmadığını belirlemek için yapılan t-testi sonucunda bu farkın anlamlı olduğu görülmüştür, $t(22) = 17.186$, $p < 0.05$. Bu sonuca göre H_{012} hipotezi reddedilmiştir. Kavramsal değişim metinlerinin öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarını artırmada etkili olduğu görülmektedir.

BDÖ ve KDM'lerin birlikte kullanımını temel alan öğretim yönteminin uygulandığı üçüncü deney grubunun FÖYTÖ ön test puan ortalaması $\bar{X} = 137.5217$, son test puan ortalaması ise $\bar{X} = 147.0870$ 'dir. Grup ortalamaları arasında bir farklılık olduğu görülmektedir. Bu farklılığın anlamlı düzeyde olup olmadığını belirlemek için yapılan t-testi sonucunda bu farkın anlamlı olduğu görülmüştür, $t(22) = 11.252$, $p < 0.05$. Bu sonuca göre H_{013} hipotezi reddedilmiştir. Bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metinlerinin birlikte kullanılmasının öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarını artırmada etkili olduğu görülmektedir.

Araştırmanın "Öğrencilerin FÖYTÖ ön test puan ortalamaları gruplara göre anlamlı farklılık göstermekte midir?" ve "Öğrencilerin FÖYTÖ son test puan ortalamaları gruplara göre anlamlı

farklılık göstermekte midir?" şeklindeki on dördüncü ve on beşinci alt problemine cevap bulmak amacıyla yapılan istatistik sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Çizelge 4.10. Öğrencilerin FÖYTÖ Puanlarının Betimsel İstatistik Sonuçları

Gruplar	N	$\bar{X}$	Ss
ÖNTEST			
GÖY	23	137.3478	8.66345
BDÖ	23	136.5652	8.66983
KDM	23	137.1304	10.80111
BDÖ+KDM	23	137.5217	8.42545
Toplam	92	137.1413	9.04516
SONTEST			
GÖY	23	139.8261	8.67416
BDÖ	23	141.6957	8.95156
KDM	23	143.3043	10.46394
BDÖ+KDM	23	147.0870	7.85038
Toplam	92	142.9783	9.28188

Grupların ön test ve son test puan ortalamalarının kendi içinde anlamlı farklılık gösterip göstermediğini test etmek amacıyla çok değişkenli varyans analizi (MANOVA) yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda FÖYTÖ değişkeninin gruplar arasında anlamlı bir farklılaşmaya sahip olduğu görülmüştür, Wilks Lambda (λ)=.489, $F(6,174)=12.455$, $p<0.05$. Çok değişkenli istatistik testi manidar bulunduğundan gruplar için en az bir bağımlı değişkene ilişkin ortalama farkının manidar olduğu sonucuna varılmıştır. Eta kare değeri ise $\eta^2=.300$ olarak bulunmuştur. Buna göre etki büyüklüğü "geniş düzeyde etki" boyutundadır. Bu bulgu aynı zamanda öğrencilerin FÖYTÖ puan ortalamalarındaki toplam değişkenliğin %30'nun deneysel uygulamalardan kaynaklandığını göstermektedir.

Her bir bağımlı değişken için MANOVA'ya ek izleme testleri olarak varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Gruplar, bağımlı değişkenler bakımından gözlenen farklarının kaynağını yorumlamak amacıyla her bir bağımlı değişken için ANOVA ile karşılaştırılmış ve sonuçlar Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. FÖYTÖ Ön Test ve Son Test Puanlarının Uygulanan Yönteme Göre Ortalama ve Standart Sapma Değerleri ve ANOVA Sonuçları

Grup	N	$\bar{X}$	Ss	sd	F	p	η^2
ÖNTEST							
GÖY	23	137.3478	8.66345				
BDÖ	23	136.5652	8.66983				
KDM	23	137.1304	10.80111	3-88	.047	.986	.002
BDÖ+KDM	23	137.5217	8.42545				
Toplam	92	137.1413	9.04516				
SONTEST							
GÖY	23	139.8261	8.67416				
BDÖ	23	141.6957	8.95156				
KDM	23	143.3043	10.46394	3-88	2.683	.052	.084
BDÖ+KDM	23	147.0870	7.85038				
Toplam	92	142.9783	9.28188				

Araştırmanın H_{05} ve H_{06} hipotezleri aşağıdaki şekilde verilmiştir.

H_{014} -Öğrencilerin FÖYTÖ ön test puan ortalamaları gruplara göre anlamlı farklılık göstermemektedir.

H_{015} -Öğrencilerin FÖYTÖ son test puan ortalamaları gruplara göre anlamlı farklılık göstermemektedir.

Çizelge 4.11'e göre öğrencilerin FÖYTÖ ön test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır, $F(3,88)=.047$, $p>0.05$, $\eta^2=.002$. Bu bulguya dayanarak H_{014} hipotezi kabul edilmiştir. Bu sonuç, öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarının uygulama öncesinde aynı düzeyde olduğunu göstermektedir. Çizelge 13'e göre öğrencilerin FÖYTÖ son test puan ortalamaları arasında da anlamlı bir farklılık bulunmamıştır, $F(3,88)=2.683$, $p>0.05$, $\eta^2=.084$. Dolayısıyla H_{015} hipotezi de kabul edilmiştir. Bu sonuç uygulanan yöntemlerin öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarını artırmada benzer etkiye sahip olduklarını düşünmemizi sağlar. Ancak bu konuda net bir sonuca ulaşmak için her bir grup için uygulama öncesi ve sonrasında öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarındaki değişimi analiz etmemiz gerekmektedir. Son test için etki büyüklüğünü belirlemek için eta kare (η^2) değerine bakıldığında grup değişkenin FÖYTÖ puanı üzerinde "orta düzeyde etki" ye ($\eta^2=.084$) sahip olduğu görülmektedir. Bu bulgu aynı zamanda öğrencilerin FÖYTÖ son test puan ortalamalarındaki toplam değişkenliğin %8'nin deneysel uygulamalardan kaynaklandığını göstermektedir.

Araştırmanın "Grup ayrımı yapmaksızın öğrencilerin deney öncesinden deney sonrasına FÖYTÖ puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?", "Farklı öğretim yöntemleri uygulanan öğrencilerin FÖYTÖ ön test ve son test puanlarından elde edilen toplam puanlarının

ortalamları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” ve “Farklı öğretim yöntemleri uygulanan öğrencilerin deney öncesi ve sonrasındaki FÖYTÖ puan ortalamalarındaki değişim, birbirinden anlamlı bir farklılık göstermekte midir?” şeklindeki on altıncı, on yedinci ve on sekizinci alt problemine cevap bulmak amacıyla yapılan istatistik sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Farklı öğretim yöntemleri uygulanan öğrencilerin FÖYTÖ puan ortalamalarında deney öncesine göre deney sonrasında gözlenen değişimlerin anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin iki faktörlü ANOVA sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Öğrencilerin FÖYTÖ Ön Test-Son Test Puanlarının ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p	η^2
Deneklerarası Grup (Birey/Grup)	14689.843	91				
Hata	372.408	3	124.136			
Denekleriçi Ölçüm (Ön test-Son test)	14317.435	88	162.698	.763	.518	.025
Grup*Ölçüm	2162.5	92				
Hata	1567.223	1	1567.223	461.793	.000*	.840
Toplam	296.625	3	98.875	29.134	.000*	.498
	298.652	88	3.394			
	16852.43	183				

*p<0.05

Araştırmının H_{016} , H_{017} ve H_{018} hipotezleri aşağıdaki şekilde verilmiştir.

H_{016} -Grup ayrımı yapmaksızın öğrencilerin deney öncesinden deney sonrasına KYBT puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

H_{017} -Farklı öğretim yöntemleri uygulanan öğrencilerin KYBT ön test ve son test puanlarından elde edilen toplam puanlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

H_{018} -Farklı öğretim yöntemleri uygulanan öğrencilerin deney öncesi ve sonrasındaki KYBT puan ortalamalarındaki değişim, birbirinden anlamlı bir farklılık göstermemektedir.

Çizelge 4.12’ye göre ölçüm temel etkisi olarak, grup ayrımı yapmaksızın öğrencilerin deney öncesinden deney sonrasına FÖYTÖ puan ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olduğu söylenebilir, $F(1,88)= 461.793$, $p<0.05$. Bu sonuca göre H_{016} hipotezi reddedilmiştir. Uygulanan yöntemlerin öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarını artırmada etkili olduğu görülmektedir. Ancak bu bulgu, gözlenen değişimlerin kaynağı hakkında net bir bilgi sunmamaktadır. Eta kare değeri ise $\eta^2=.840$ olarak bulunmuştur. Buna göre etki büyüklüğü “geniş düzeyde etki” boyutundadır. Bu bulgu aynı zamanda öğrencilerin FÖYTÖ puan

ortalamlarında ki değişkenliğin %84'nün ölçüm temel etkisinden kaynaklandığını göstermektedir.

Grup etkisi olarak, farklı öğretim yöntemleri uygulanan öğrencilerin FÖYTÖ ön test ve son test puanlarından elde edilen toplam puanlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır, $F(3,88) = .763$, $p > 0.05$. Bu sonuca göre H_0 17 hipotezi kabul edilmiştir. Eta kare değeri ise $\eta^2 = .025$ olarak bulunmuştur. Buna göre etki büyüklüğü “düşük düzeyde etki” boyutundadır. Bu bulgu aynı zamanda öğrencilerin FÖYTÖ ön test ve son test puanlarından elde edilen toplam puanlarının ortalamalarında ki değişkenliğin %2'sinin grup etkisinden kaynaklandığını göstermektedir.

Grup*Ölçüm ortak etkisi olarak, farklı öğretim yöntemleri uygulanan öğrencilerin deney öncesi ve sonrasındaki FÖYTÖ puan ortalamalarındaki değişimin birbirinden anlamlı bir farklılık gösterdiği söylenebilir, $F(3,88) = 29.134$, $p < 0.05$. Bu sonuca göre H_0 18 hipotezi de reddedilmiştir. Bu bulgu, uygulanan öğretim yöntemlerinin FÖYTÖ puan ortalamalarını değiştirmede öğrenci kazanımları açısından farklı etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Eta kare değeri ise $\eta^2 = .498$ olarak bulunmuştur. Buna göre etki büyüklüğü “geniş düzeyde etki” boyutundadır. Bu bulgu aynı zamanda farklı öğretim yöntemleri uygulanan öğrencilerin deney öncesi ve sonrasındaki FÖYTÖ puan ortalamalarındaki değişimin %50'sinin grup*ölçüm etkisinden kaynaklandığını göstermektedir.

Grup*Ölçüm ortak etkisi olarak, farklı öğretim yöntemleri uygulanan öğrencilerin deney öncesi ve sonrasındaki FÖYTÖ puan ortalamalarındaki değişimin birbirinden anlamlı bir farklılık gösterdiğini söylemiştik, $F(3,88) = 29.134$, $p < 0.05$. Bu farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığını belirlemek yapılan istatistik sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Uygulanan öğretim yöntemlerinin öğrencilerin FÖYTÖ puan ortalamalarındaki değişime etkilerini test etmek amacıyla, grupların FÖYTÖ son test-ön test ortalama fark puanları hesaplanmış ($\text{FarkFÖYTÖ} = \text{Son test FÖYTÖ} - \text{Ön test FÖYTÖ}$) ve bu fark puanlarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği test edilmiştir. Bunun için tek faktörlü varyans analizi (One-Way Anova) yapılmış ve sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

Grupların FÖYTÖ son test-ön test ortalama fark puanları için betimsel istatistik sonuçları Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Grupların KYBT Son Test-Ön Test Ortalama Fark Puanları (FarkKYBT)
İçin Betimsel İstatistikler

Grup	N	$\bar{X}$	Ss
GÖY	23	2.4783	1.53355
BDÖ	23	5.1304	2.28243
KDM	23	6.1739	1.72290
BDÖ+KDM	23	9.5652	4.07683
Toplam	92	5.8370	3.61705

Grupların FÖYTÖ son test-ön test ortalama fark puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını test etmek için yapılan ANOVA analizi sonuçları Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Grupların FÖYTÖ Son Test-Ön Test Ortalama Fark Puanlarının
(FarkFÖYTÖ) ANOVA Analizi

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplararası	593.250	3	197.750	29.134	.000*
Guplariçi	597.250	88	6.788		
Toplam	1190.554	91			

*p<0.05

Analiz sonuçları grupların FÖYTÖ son test-ön test ortalama fark puanları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir, $F(3,88)=29.134$, $p<0.05$. Gruplar arasında farkların hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Bonferroni testi ile Post Hoc analizi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.15’de sunulmuştur.

Çizelge 4.15. Grupların FÖYTÖ Son Test-Ön Test Ortalama Fark Puanları
(FarkFÖYTÖ) İçin Yapılan Bonferroni Testi Sonuçları

Grup (I)	Grup (J)	Ortalamalar Arası Fark (I-J)	p
GÖY	BDÖ	-2.65217*	.005**
	KDM	-3.69565*	.000**
	BDÖ+KDM	-7.08696*	.000**
BDÖ	GÖY	2.65217*	.005**
	KDM	-1.04348	1.000
	BDÖ+KDM	-4.43478*	.000**
KDM	GÖY	3.69565*	.000**
	BDÖ	1.04348	1.000
	BDÖ+KDM	-3.39130*	.000**
BDÖ+KDM	GÖY	7.08696*	.000**
	BDÖ	4.43478*	.000**
	KDM	3.39130*	.000**

**p<0.05

Çizelge 4.15’de görülen Bonferroni testi sonuçlarına göre; GÖY ve BDÖ gruplarının FarkFÖYTÖ puanları arasında BDÖ grubu lehine; GÖY ve KDM gruplarının FarkFÖYTÖ puanları arasında KDM grubu lehine; GÖY ve BDÖ+KDM FarkFÖYTÖ puanları arasında BDÖ+KDM grubu lehine anlamlı bir farklılığın tespit edildiği görülmektedir ($p<0.05$). BDÖ ve KDM gruplarının FarkFÖYTÖ puanları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$). BDÖ ve BDÖ+KDM gruplarının FarkFÖYTÖ puanları arasında BDÖ+KDM grubu lehine; KDM ve BDÖ+KDM gruplarının FarkFÖYTÖ puanları arasında BDÖ+KDM grubu lehine anlamlı bir farklılığın tespit edildiği görülmektedir ($p<0.05$). Bu bulgulara göre, öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarında öğrenci kazanımları açısından bilgisayar destekli öğretimin, kavramsal değişim metinlerinin ve bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metinlerinin birlikte kullanılmasının geleneksel öğretim yöntemine göre daha etkili olduğu görülmektedir. Bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metinlerinin birlikte kullanılması öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarında öğrenci kazanımları açısından bilgisayar destekli öğretim ve kavramsal değişim metinlerine göre daha etkilidir. Öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarında öğrenci kazanımları açısından bilgisayar destekli öğretim ve kavramsal değişim metinlerinin etkileri arasında ise bir fark görülmemiştir.

Yukarıda öğrencilerin KYBT ve FÖYTÖ ön test-son test puan ortalamaları dikkate alınarak yapılan analizlere yer verilmiştir. Bu analizlere ek olarak grup bazında öğrencilerin KYBT puanlarındaki değişim miktarları ile FÖYTÖ puanlarındaki değişim miktarları arasındaki korelasyona da bakılmıştır. Yapılan korelasyon analizi sonucunda bütün grupların KYBT puanlarındaki değişim ile FÖYTÖ puanlarındaki değişim arasında istatistiksel anlamlı bir korelasyon tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

4.3. Ders Başarı Notlarından Elde Edilen Verilerin Analizi

Araştırmanın “Öğrencilerin “Radyasyon Fiziğine Giriş” dersi başarı notları gruplara göre anlamlı farklılık göstermekte midir?” şeklindeki on dokuzuncu alt problemine cevap bulmak amacıyla yapılan istatistik sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Grupların radyasyon fiziğine giriş dersi başarı notları için betimsel istatistik sonuçları Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Grupların Radyasyon Fiziğine Giriş Dersi Başarı Notları
İçin Betimsel İstatistikler

Grup	N	$\bar{X}$	Ss
GÖY	23	81.1304	6.72380
BDÖ	23	82.1304	6.39818
KDM	23	81.6522	4.79212
BDÖ+KDM	23	87.0870	5.03545
Toplam	92	83.0000	6.18577

Grupların radyasyon fiziğine giriş dersi başarı notları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını test etmek için yapılan ANOVA analizi sonuçları Çizelge 17’de verilmiştir.

Çizelge 17. Grupların Radyasyon Fiziğine Giriş Dersi Başarı
Notları İçin ANOVA Analizi

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplararası	523.739	3	174.580	5.193	.002*
Grupiçi	2958.261	88	33.617		
Toplam	3482.000	91			

*p<0.05

Araştırmanın H_0 19 hipotezi aşağıdaki şekilde verilmiştir.

H_0 19-Öğrencilerin “Radyasyon Fiziğine Giriş” dersi başarı notları gruplara göre anlamlı farklılık göstermemektedir.

Çizelge 4.17’de görülen analiz sonuçları öğrencilerin radyasyon fiziğine giriş dersi başarı notları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir, $F(3,88)=5.193$, $p<0.05$. Bu sonuca göre H_0 19 hipotezi reddedilmiştir.

Gruplar arasında farkların hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Bonferroni testi ile Post Hoc analizi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Grupların Radyasyon Fiziğine Giriş Dersi Başarı Notları İçin Yapılan Bonferroni Testi Sonuçları

Grup (I)	Grup (J)	Ortalamalar Arası Fark (I-J)	p
GÖY	BDÖ	-1.00000	1.000
	KDM	-.52174	1.000
	BDÖ+KDM	-5.95652*	.005**
BDÖ	GÖY	1.00000	1.000
	KDM	.47826	1.000
	BDÖ+KDM	-4.95652*	.028**
KDM	GÖY	.52174	1.000
	BDÖ	-.47826	1.000
	BDÖ+KDM	-5.43478*	.012**
BDÖ+KDM	GÖY	5.95652*	.005**
	BDÖ	4.95652*	.028**
	KDM	5.43478*	.012**

**p<0.05

Çizelge 4.18’de görülen Bonferroni testi sonuçlarına göre; GÖY ve BDÖ gruplarının, GÖY ve KDM gruplarının ve GÖY ve BDÖ+KDM gruplarının Radyasyon Fiziğine Giriş dersi başarı notları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$). BDÖ ve KDM gruplarının Radyasyon Fiziğine Giriş dersi başarı notları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$). BDÖ ve BDÖ+KDM gruplarının Radyasyon Fiziğine Giriş dersi başarı notları arasında BDÖ+KDM grubu lehine; KDM ve BDÖ+KDM gruplarının Radyasyon Fiziğine Giriş dersi başarı notları arasında BDÖ+KDM grubu lehine anlamlı bir farklılığın tespit edildiği görülmektedir ($p<0.05$). Bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metnlerinin birlikte kullanıldığı grubun ders başarısının, geleneksel öğretim yöntemi uygulanan grubun, bilgisayar destekli öğretimin uygulandığı grubun ve kavramsal değişim metnlerinin uygulandığı grubun ders başarısına göre daha fazla olduğu görülmektedir. Geleneksel öğretim yöntemi uygulanan grubun, bilgisayar destekli öğretimin uygulandığı grubun ve kavramsal değişim metnlerinin uygulandığı grubun ders başarıları arasında ise anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir.

4.4.Mülakat Sorularından Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde, deney gruplarına uygulanan yöntemlerin etkisi hakkında öğrencilerin düşüncelerini ortaya çıkarmak amacıyla yapılan mülakatlardan elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Öğrenci görüşlerine dayalı olarak yöntemlerin etkisi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Mülakat verilerinden elde edilen bulgular sunulurken bazı kısaltmalar kullanılmıştır. Bu kısaltmalar ve açıklamaları şöyledir: A: Araştırmacı, (1DÖ1): Birinci deney grubu birinci öğrenci,

(1DÖ2): Birinci deney grubu ikinci öğrenci, (2DÖ1): İkinci deney grubu birinci öğrenci, (2DÖ2): İkinci deney grubu ikinci öğrenci, (3DÖ1): Üçüncü deney grubu birinci öğrenci, (3DÖ2): Üçüncü deney grubu ikinci öğrenci.

4.4.1. Birinci Deney grubundan Elde Edilen Bulgular

Birinci deney grubunda bilgisayar destekli öğretim kullanılmıştır. Birinci deney grubundan seçilen birinci öğrenci (1DÖ1) açıklamalarında “derslerde hiç sıkılmadığını, slaytların ilgi çekici olduğunu”, “resim ve simülasyonların konuları somutlaştırdığını”, “daha önce karıştırdığı konuları artık karıştırmayacağını” ifade etmiştir. Birinci deney grubundan seçilen birinci öğrenciyle (1DÖ1) yapılan mülakat aşağıda verilmiştir:

(A): Bu zamana kadar derslerimizde bilgisayar destekli öğretimi ve BDÖ materyallerini kullandık. Sence konuları işlerken kullandığımız bilgisayar destekli öğretimin ve kullanılan materyallerin olumlu yönleri nelerdir?

(1DÖ1): Öncelikle dersler sıkıcı değildi. Derslerde hiç sıkılmadık.

(A): Neden sıkılmadınız?

(1DÖ1): Slâytlar ilgi çekiciydi. Görsellik hoşumuza gitti. Derslerde gördüklerimiz üzerine tartışıyorduk.

Peki hoşunuza giden yerler neresiydi?

(1DÖ1): Slâytlarda konularla ilgili resimleri ve simülasyonları gösterdiniz. Bunlar sayesinde bazı konuları daha kolay anladık.

(A): Peki bunların size olumlu katkıları oldu mu?

(1DÖ1): Tabii ki oldu. Mesela bizim kesinlikle yapamayacağımız deneyleri görmüş olduk. Bunlar sayesinde gerçek hayatta göremeyeceğimiz olayları gördük.

(A): Örnek verebilir misin?

(1DÖ1): Mesela alfa, beta gama ışımalarının nasıl olduğunu gördük. Sonra bu ışımaların etkilerini gördük. Fisyon ve füzyon olaylarını gördük. Bunları gerçekte görmemiz mümkün değil.

(A): Peki bunlar konuları ve kavramları anlamana yardımcı oldu mu?

(1DÖ1): Evet oldu. Daha önce zihnimde canlandıramadığım birçok şeyi görmüş oldum. Karıştırdığım birçok şeyi artık karıştırmam.

(A): Somutlaştırdın yani.

(1DÖ1): Evet. Somutlaştırmış oldum. Bu konuları artık karıştırmam.

(A): Mesela hangi konular bunlar?

(1DÖ1): Alfa, beta gama arasındaki farkları gördüm. Fisyon ve füzyon olayı arasındaki farkları gördüm. Yarılanma süresiyle ilgili simülasyon vardı mesela o çok yararlı oldu. Daha çok

şey var ama bunları hatırlayabildim.

(A): Peki, daha önce yanlış bildiğin ama bu dersler sırasında doğrusunu öğrendiğin bir şey var mı? Örnek verebilir misin?

(1DÖ1): Fiyon ve füzyonu çok karıştırdım. Artık karıştırmıyorum.

(A): Peki kullandığımız bu yöntemin ve materyallerin eksiklikleri ve olumsuz yönleri var mı sence?

(1DÖ1): Bence yok. Dersler çok zevkliydi. Keşke daha çok simülasyon görseydik. Zamanımızın daha çok olmasını isterdim.

(A): Peki, teşekkür ederim düşüncelerini paylaştığın ve vakit ayırdığın için.

Birinci deney grubundan seçilen ikinci öğrenci (1DÖ2) açıklamalarında “derslerin normal derslerden (normalden kastı geleneksel yöntem) daha zevkli geçtiğini”, “normal derslerde göremediği çoğu şeyi slaytlarda gördüğünü”, “resim, simülasyon ve animasyonların konuları daha iyi anlamalarını sağladığını” ve “kullanılan yöntemin çok güzel ve etkili olduğunu” ifade etmiştir. Birinci deney grubundan seçilen ikinci öğrenciyle (Ö2) yapılan mülakat aşağıda verilmiştir:

(A): Bu zamana kadar derslerimizde bilgisayar destekli öğretimi ve BDÖ materyallerini kullandık. Sence konuları işlerken kullandığımız bilgisayar destekli öğretimin ve kullanılan materyallerin olumlu yönleri nelerdir?

(1DÖ2): Normal derslerden farklıydı, dersler daha zevkli geçiyordu.

(A): Normal derslerden kastın ne?

(1DÖ2): Normal derslerde hocalar dersleri anlatıyor, biz de not tutuyoruz. Çoğu şeyi anlamadan geçiyoruz. Yazdığımız şeyleri okuyunca da bir şey anlamıyoruz.

(A): Peki bizim derslerimizin nereleri güzeldi?

(1DÖ2): Normal derslerde göremediğimiz çoğu şeyi slaytlarda gördük.

(A): Ne gördünüz?

(1DÖ2): Konuyla ilgili resimler vardı. Simülasyonlar, animasyonlar vardı. Güzel hazırlanmış bir sunumdu.

(A): Peki bunların olumlu katkıları oldu mu size?

(1DÖ2): Oldu.

(A): Ne katkısı oldu?

(1DÖ2): Konu zaten soyut bir konu. Çoğu şeyi anlamamız çok zor oluyordu. Lisede bu konuları bu kadar iyi anlamamıştım hiç. Mesela animasyonlarda her şeyi ayrıntılı görebildik. Simülasyonlarda bazı değerleri değiştirip etkilerini gördük. Bunlar konuları daha iyi anlamamı sağladı.

(A): Örnek verebilir misin?

(1DÖ2): Nükleer tepkimelerde kütleinin korunduğunu gördük mesela. Sonra radyoaktifliğin dış

etkenlere bağılı olmadığını bir simülasyonda görmüştük. Değerleri değiştirip etkisi olup olmadığını inceledik.

(A): Başka?

(1DÖ2): Bu kadarı aklıma geldi. Daha çoktu ama.

(A): Peki daha önce yanlış bildiğin ama bu dersler sırasında doğrusunu öğrendiğin bir şey var mı? Örnek verebilir misin?

(1DÖ2): Çok şey var aslında da hatırlamıyorum çoğunu. Mesela radyoaktifliğin sıcaklık arttıkça artacağını sanıyordum daha önce, bunun böyle olmadığını öğrendim.

(A): Peki, kullandığımız bu yöntemin ve materyallerin eksiklikleri ve olumsuz yönleri var mı sence?

(1DÖ2): Bence çok güzel ve etkili bütün derslerde kullanılmalı.

(A): Peki, teşekkür ederim düşüncelerini paylaştığın ve vakit ayırdığın için.

4.4.2.İkinci Deney Grubundan Elde Edilen Bulgular

İkinci deney grubunda kavramsal değişim metinleri kullanılarak ders anlatılmıştır. İkinci deney grubundan seçilen birinci öğrenci (2DÖ1) açıklamalarında “kavramsal değişim metinlerinin yanlış bilgilerini fark etmesini sağladığını ve doğru bilgileri öğrenmesine de yardımcı olduğunu”, “metinlerin derse olan katılımı artırdığını”, ifade etmiştir. İkinci deney grubundan seçilen birinci öğrenciyle (2DÖ1) yapılan mülakat aşağıda verilmiştir:

(A): Derslerde size dağıtılan kavramsal değişim metinlerinin olumlu yönleri nelerdir?

(2DÖ1): Bu metinler sayesinde bazı şeyleri yanlış bildiğimi fark ettim. Sonra orada yazılanlar sayesinde doğru bilgileri öğrendim.

(A): Nasıl oldu bu?

(2DÖ1): Soruyla başlıyordu bu metinler. İster istemez merak ediyor ve düşünüyordum. O soruya kendimce cevap veriyordum. Daha sonra sınıfta tartışınca kafam karışıyor ve bildiklerimden şüphe duyuyordum. Tartışarak fikirlerimizin yanlış olduğuna inandık.

(A): Sonra?

(2DÖ1): Sonra metinleri okuyunca bildiklerimin yanlış olduğunu gördüm.

(A): Peki sonra bu yanlışlar nasıl düzeldi?

(2DÖ1): Metinlerdeki açıklamaları okudum. Bu açıklamalar çok ikna ediciydi. Ayrıca sınıfta tartışmamızın da çok etkisi oldu. Tartışmalarımızı unutmuyorum.

(A): Peki kavramsal değişim metinlerinin sana olumlu katkıları nelerdir?

(2DÖ1): Benim ve çoğu arkadaşımızın derse katılımını sağladı. Yanlış bilgilerimi düzelttim. Görmüş olduğumuz konular hakkındaki kavram yanlışlarımı öğrenmiş oldum. Bu metinler sayesinde yanlış bildiğim çoğu şeyin doğrusunu öğrendim.

(A): Derslerde size dağıtılan kavramsal değişim metnlerinin eksikleri ve olumsuz yönleri nelerdir?

(2DÖ1): Bence çok güzeldi. Sadece bazen okuması zor geliyordu bana. Daha kısa olsa bu metinler iyi olur.

(A): Peki, teşekkür ederim düşüncelerini paylaştığın ve vakit ayırdığın için.

İkinci deney grubundan seçilen ikinci öğrenci (2DÖ2) açıklamalarında “metinlerin derse katılımı artırdığını”, “derslerin çok zevkli olduğunu”, “metinler sayesinde yanlışlarını gördüklerini ve doğru bilgileri öğrendiklerini” ifade etmiştir. İkinci deney grubundan seçilen ikinci öğrenciyle (2DÖ2) yapılan mülakat aşağıda verilmiştir:

(A): Derslerde size dağıtılan kavramsal değişim metnlerinin olumlu yönleri nelerdir?

(2DÖ2): Derse katılmamızı sağladı. İlgi çekiciydi.

(A): Dersler sıkıcı mıydı peki?

(2DÖ2): Hayır, aksine çok zevkliydi.

(A): Neden ders zevkli geldi sana?

(2DÖ2): Metinler dikkat çekiciydi. Bir de onlar sayesinde sınıfta tartışma ortamı oluştu. Herkes derse katılıp tartışınca ders hareketli geçti.

(A): Peki kavramsal değişim metnlerinin sana ne gibi katkıları oldu?

(2DÖ2): Yanlış bildiğim çoğu şeyin doğrusunu öğrendim.

(A): Nasıl oldu bu?

(2DÖ2): Bu metinlerin başında bir soru soruluyor. Bu sorular çok ilginç. Beni bu sorular meraklandırdı. Soruların cevaplarını bildiğimi sanıp hemen cevap veriyordum.

(A): Sonra?

(2DÖ2): Sonra cevaplarımın yanlış olduğunu gördüm.

(A): Nasıl gördün?

(2DÖ2): Sorulara sınıfta herkes cevap veriyordu. Herkesten farklı bir cevap geldi. Kafalarımız karıştı ve acaba, demeye başladım. Sonra metinleri okumaya devam edince kendi verdiğim cevabın ve çoğu arkadaşımızın verdiği cevabın yanlış olduğunu gördüm. Metinler doğru bilgileri sunuyordu ve metinler sayesinde yanlışımı ve bunu düşünme nedenimi anladım.

(A): Peki doğru bilgileri nasıl kazandın?

(2DÖ2): Metinlerin içinde doğru bilgiler vardı. Onları okuyunca doğrusunu görüyorsun zaten. Sınıfta da bunu tartışınca bunlar iyice pekişti.

(A): Peki derslerde size dağıtılan kavramsal değişim metnlerinin eksikleri ve olumsuz yönleri nelerdir?

(2DÖ2): Bence eksiklik yoktu. Sadece sınıfta herkes okumuyordu. Herkes okusaydı daha fazla katılım sağlanabilirdi.

(A): Peki teşekkür ederim düşüncelerini paylaştığın ve vakit ayırdığın için.

4.4.3.Üçüncü Deney Grubundan Elde Edilen Bulgular

Üçüncü deney grubunda bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metinleri birlikte kullanılmıştır. Üçüncü deney grubundan seçilen birinci öğrenci (3DÖ1) açıklamalarında “slaytların konuları görselleştirdiğini, metinlerin ise yanlış bilgilerini gösterdiğini”, “ikisinin de birbirini tamamlayan yararlı yöntemler olduğunu”, “ve “iki yöntemin birlikte kullanılmasının çok güzel olduğunu” ifade etmiştir. Üçüncü deney grubundan seçilen birinci öğrenciyle (3DÖ1) yapılan mülakat aşağıda verilmiştir:

(A): Derslerde kavramsal değişim metinlerinin ve bilgisayar destekli öğretimin birlikte kullanılmasının olumlu yönleri nelerdir?

(3DÖ1): Slâytlarda sunulan simülasyonlar benim konuları daha kolay anlamamı sağladı. Konular somut bir şekilde sunuldu.

(A): Peki ya kavramsal değişim metinleri?

(3DÖ1): Kavramsal değişim metinleri de yanlış bilgilerimi bana göstermiş oldu. Zaten doğru bilgileri slâytlarda görmüştüm ancak yanlış bilgilerimin farkında bile değildim. Metinler bunu fark etmemi sağladı.

(A): Peki derslerde kavramsal değişim metinlerinin ve bilgisayar destekli öğretimin birlikte kullanılmasının ne gibi katkıları oldu size?

(3DÖ1): Slâytlar konuları görselleştirdi. Belki hiç göremeyeceğim şeyleri gördüm. Çok güzeldi. Konuları daha kolay kavramamı sağladı. Kavramsal değişim metinleri de yanlışlarımı gösterdi ve dikkatimi yanlışlarıma çekti.

(A): İki de yararlı mıydı peki?

(3DÖ1): Evet. Aslında birbirini tamamlıyorlar. Birinde doğru şeyleri daha somut görmüş olduk. Diğerinde ise yanlışlarımızı fark ettik. Sonra doğru bilgiler iyice pekişmiş oldu. Tartışmalar sayesinde de derse herkes katıldı, sınıf ortamı çok iyiydi.

(A): Peki, derslerde kavramsal değişim metinlerinin ve bilgisayar destekli öğretimin birlikte kullanılmasının olumsuz yönleri var mı?

(3DÖ1): Kesinlikle yok. Hatta çok güzel. Yalnız öğretmen için çok zor, çok zaman harcaması lazım ders öncesi.

(A): Peki, teşekkür ederim düşüncelerini paylaştığın ve vakit ayırdığın için.

Üçüncü deney grubundan seçilen ikinci öğrenci (3DÖ2) açıklamalarında “konuları öğrenmek için slâytların çok etkili olduğunu”, “konu öğretimi için slâytların yeterli olduğunu ancak yanlış bilgileri ortadan kaldırmak için metinlerin şart olduğunu” ifade etmiştir. Üçüncü deney grubundan seçilen ikinci öğrenciyle (3DÖ2) yapılan mülakat aşağıda verilmiştir:

(A): Derslerde kavramsal değişim metnlerinin ve bilgisayar destekli öğretim birlikte kullanılmasının olumlu yönleri nelerdir?

(3DÖ2): Konuyu öğrenmek için slaytlar çok etkili. Simülasyon ve resimler sayesinde birçok konuyu daha iyi anladım. Kavramsal değişim metinleri ise kafamı karıştırdı. Doğru bildiğim birçok şeyin yanlış olduğunu gördüm.

(A): Peki derslerde kavramsal değişim metnlerinin ve bilgisayar destekli öğretim birlikte kullanılmasının ne gibi katkıları oldu size?

(3DÖ2): Konuyu öğrenmemiz için slaytlar yeterli aslında. Ancak yanlış bilgilerimizi ortadan kaldırmak için metinler şart. Slâytlar bize konuları öğretti. Metinler ise yanlışlarımız gösterdi.

(A): Hangisi daha etkiliydi sence?

(3DÖ2): Bence ikisi de etkili. Biri konuları öğrenmek için çok güzel, somutlaştırıyor. Diğerini sayesinde de tamamen yanlış düşüncelerimizden kurtuluyoruz. Bu iki yöntem sayesinde olayları daha derinlemesine sorguluyoruz.

(A): Nasıl yani?

(3DÖ2): Ayrıntıları görüyoruz, yanlışlarımızı görüyoruz, doğruları görüyoruz. Bu şekilde işlediğimiz derslerde bize her şeyi sunuluyor. Keşke bütün derslerimizi hocalarımız böyle işlese.

(A): Peki derslerde kavramsal değişim metnlerinin ve bilgisayar destekli öğretim birlikte kullanılmasının olumsuz yönleri var mı?

(3DÖ2): Bunları her yerde her öğretmen kullanamaz. Çok iyi bir hazırlık gerekiyor. Teknolojik imkânlar gerekiyor. Zahmetli bir iş.

(A): Peki, teşekkür ederim düşüncelerini paylaştığın ve vakit ayırdığın için.

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde, araştırma sonuçları yer almaktadır. Ayrıca, araştırma sonucunda elde edilen bulgular yorumlanmış ve literatürde yapılmış olan çalışmaların sonuçları ile birlikte ayrıntılı olarak tartışılmıştır.

Araştırmada elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

- ❖ Radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde geleneksel öğretim yöntemi, bilgisayar destekli öğretim, kavramsal değişim metinleri ve bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metinlerinin birlikte kullanılması etkilidir. Ancak bu yöntemlerin etki düzeyleri farklıdır.
- ❖ Öğrencilerin radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde bilgisayar destekli öğretim, kavramsal değişim metinleri ve bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metinlerinin birlikte kullanılması geleneksel öğretim yöntemine göre daha etkilidir.
- ❖ Öğrencilerin radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metinlerinin birlikte kullanılması bilgisayar destekli öğretim ve kavramsal değişim metinlerine göre daha etkilidir.
- ❖ Öğrencilerin radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde bilgisayar destekli öğretimin ve kavramsal değişim metinlerinin etkileri arasında bir fark yoktur.
- ❖ Öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarını artırmada geleneksel öğretim yöntemi, bilgisayar destekli öğretim, kavramsal değişim metinleri ve bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metinlerinin birlikte kullanılması etkilidir.
- ❖ Öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarını artırmada bilgisayar destekli öğretim, kavramsal değişim metinleri ve bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metinlerinin birlikte kullanılması geleneksel öğretim yöntemine göre daha etkilidir.
- ❖ Öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarını artırmada bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metinlerinin birlikte kullanılması, bilgisayar destekli öğretim ve kavramsal değişim metinlerine göre daha etkilidir.
- ❖ Öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarını artırmada bilgisayar destekli öğretimin ve kavramsal değişim metinlerinin etkileri arasında bir fark yoktur.
- ❖ Öğrencilerin KYBT puanlarındaki değişim ile FÖYTÖ puanlarındaki değişim arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir.
- ❖ Bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metinlerinin birlikte kullanıldığı grup, diğer gruplara göre ders başarısı açısından en başarılı gruptur.

Öğrencilerin radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde bilgisayar destekli öğretimin, kavramsal değişim metinlerinin ve bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metinlerinin birlikte kullanılmasının etkili olması sonucu literatürde yapılan çalışmaların sonuçlarına benzer bir sonuçtur (Chambers and Andre, 1997; Canpolat ve Pınarbaşı, 2002b; Mikkila-Erdmann, 2001; Diakidoy et. al., 2003; Sevim, 2007; Yılmaz, 2010; Sarı Ay, 2011; Çobanoğlu ve Bektaş, 2012; Ersoy, 2012; Tokatlı, 2010; Monaghan and Clement, 2000; Jimoyiannis and Komis, 2001; Coştu vd., 2002; Köse vd., 2003; Demirci, 2004; Kim et. al., 2005; Ünal, 2007; Gülçiçek, 2009; Minaslı, 2009; Kahraman ve Demir, 2011).

Geleneksel öğretim yönteminin öğrencilerin radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili olması ise dikkat çekicidir. Genellikle, geleneksel öğretim yöntemi öğrencilerde kavram yanlışlarına neden olmaktadır (Çepni vd., 2000). Ancak bu araştırmada geleneksel öğretim yönteminin öğrencilerin mevcut kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili bir yöntem olduğu görülmüştür. Öğrencilerin önceki bilgi ve düşünceleri ve bilgi eksikliği kavram yanlışlarının nedenleri arasında sayılmaktadır (Coştu vd., 2007). Kontrol grubunda uygulanan geleneksel öğretim yönteminin öğrencilerin önceki bilgi ve düşüncelerini değiştirdiğini ve bilgi eksikliğini kısmen de olsa giderdiğini düşünürsek bu yöntemin etkili olmasını açıklayabiliriz. Uygulanan yöntem her ne kadar geleneksel bir yöntem olsa da öğrencilerin önceki bilgilerini değiştirmede ve bilgi eksikliğini gidermede etkili olmuştur. Bu sayede öğrencilerin radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının bir bölümü giderilmiştir.

Öğrencilerin radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde bilgisayar destekli öğretimin geleneksel öğretim yöntemine göre daha etkili olduğu görülmüştür. Elde edilen bu sonuç, kavram yanlışlarının giderilmesinde geleneksel öğretim yönteminin ve bilgisayar destekli öğretimin karşılaştırıldığı daha önceki çalışmaların sonuçları ile uyumludur (Büyükkasap vd. 1998; Coştu vd., 2002; Köse vd., 2003; Demirci, 2004; Karamustafaoğlu vd., 2005; Hançer, 2007; Kahraman ve Demir, 2011). Bilgisayar destekli öğretim yöntemi uygulanan grupta yer alan bazı öğrencilerin uygulama hakkındaki olumlu görüşleri de bu sonucu destekler niteliktedir.

Radyoaktivite konusunda yer alan kavramların çoğu soyut kavramlardır. Soyut düşünce yapıları olan kavramların somutlaştırılması kavramların doğru anlaşılması açısından büyük önem taşımaktadır. Kavramlar somutlaştırıldıkları ölçüde anlaşılması kolaylaşmaktadır. Kavramların somutlaştırılmasında kullanılan bilgisayar destekli materyaller gösterilmesi mümkün olmayan birçok süreci somutlaştırarak öğrenciye sunma imkânı vermektedir. Bu sayede öğrencilerde var olan kavram yanlışları giderilebilmekte ve oluşabilecek olası kavram yanlışlarının da önüne geçilebilmektedir.

Bilgisayar destekli öğretim öğrencilerin derse ilgisini artırmakta, öğrenme-öğretmenin amacına ulaşma zamanını azaltmakta ve öğrencileri sınıfta daha etkin kılmaktadır (Kıyıcı ve Yumuşak (2006). Bunun yanında bilgisayar destekli öğretim, öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştırmakta, ilgilerini canlı tutmakta ve bilginin daha kolay öğrenilmesine yardımcı olmaktadır (Yiğit ve Akdeniz, 2003).

Araştırma kapsamında uygulanan bilgisayar destekli öğretim, öğrencileri pasif gözlemci rolünde oldukları geleneksel öğretim yöntemine göre aktif kılmıştır. BDÖ materyalinin içeriğinde yer alan simülasyonlar ve animasyonlar öğrencilerin zihinlerinde canlandırmakta zorlandıkları etkileşimleri görme fırsatı sağlamıştır. Aynı zamanda simülasyonlar sayesinde öğrencilerin derse olan ilgileri artmış, sesli ve görsel materyaller ise öğrencilerin dikkatini derse çekmiştir. Öğrencilere gerçek ortamda yapılması zaman isteyen, tehlikeli ve pahalı olan deneyler simülasyonlar kullanılarak sunulmuştur. Simülasyonların kavram yanlışlarının giderilmesindeki etkisi ise yapılan bir çok araştırma sonucunda ortaya çıkmıştır (Tao and Gunstone, 1999; Jimoyiannis and Komis, 2001; Şengel vd., 2002; Kim vd., 2005; Gülçiçek, 2009; Minaslı, 2009).

Geleneksel öğretim yönteminde ise öğrenci pasif konumdadır. Kavramları somutlaştırmak çok zordur. Dolayısıyla geleneksel öğrenme yönteminin uygulandığı gruptaki öğrencilerin derse olan ilgisi yeterli düzeye çıkarılamamış ve öğrencilerin dikkati çekilememiştir. Bilgisayar destekli öğretim sayesinde öğrencilerin zihinsel odaklanmaları sürekli yüksek tutulmuş, derse olan motivasyonları ve ilgileri uzun süre canlı tutulmuştur. Sonuç olarak öğrencilerin radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde bilgisayar destekli öğretim yönteminin geleneksel öğretim yöntemine göre daha etkili olduğu görülmüştür.

Bu araştırmada, elde edilen bir diğer sonuç, kavramsal değişim metnlerinin geleneksel öğretim yöntemine göre daha etkili olduğu sonucudur. Literatürde kavramsal değişim metinleri ile geleneksel öğrenme yönteminin kavram yanlışlarını gidermeye yönelik etkilerinin karşılaştırıldığı çok sayıda çalışma mevcuttur. Bu çalışmaların çoğunda kavramsal değişim metnlerinin kavram yanlışlarının giderilmesinde geleneksel öğretim yöntemlerine göre daha etkili olduğu görülmüştür (Hewson and Hewson, 1983; Hynd and Alvermann, 1986; Geban ve Bayır, 2000; Başer ve Çataloğlu, 2005; Geban ve Başer, 2007; Gürbüz, 2008; Durmuş, 2009; Öner Armağan, 2011; Çaycı, 2007; Karakuyu ve Tüysüz, 2011; Dilber, 2006; Aydın, 2007). Bu araştırmada elde edilen sonuç daha önce yapılan çalışmaların sonuçları ile uyum içerisindedir. Kavramsal değişim metnlerinin uygulandığı grupta bulunan öğrencilerle yapılan görüşmeler bu sonucu destekler niteliktedir. Öğrencilerin uygulanan yöntem hakkındaki olumlu görüşleri kavramsal değişim metnlerinin kullanımını temel alan yöntemin geleneksel öğretim yöntemine göre daha etkili olmasını kısmen açıklamaktadır.

Kavramsal değişim metnlerinde kavram yanlışlarının neden yanlış olduğu açıklanmaktadır. Ayrıca bu metinler öğrencinin zihninde bilişsel çatışma sağlayarak eski yanlış bilgilerin düzeltilmesini sağlamaktadır. Kavramsal değişim metinleri, öğrencilerin öncelikle sahip oldukları kavram yanlışlarının farkında olmalarını sağlar. Ardından bu fikirlerin neden yanlış olduğu örnekleri ve gerekçeleri ile açıklanır. Öğrencilere önceki fikirlerinin karşılaştıkları yeni olayları açıklamada yetersiz kaldığı hissettirilir ve bilimsel olarak kabul edilen doğru kavram sunularak kavramsal değişim sağlanır (Guzzetti et al., 1992; Chambers and Andre, 1997). Bu çalışmada kullanılan kavramsal değişim metinleri, anlatılan bu şartları yerine getirmek amacıyla hazırlanmıştır.

Öğrencilerin radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde kavramsal değişim metnlerinin geleneksel öğretim yöntemine göre daha başarılı olmasını amacına uygun olarak hazırlanmış olan kavramsal değişim metinlerine bağlayabiliriz. Kavram yanlışlarının giderilmesi amacıyla hazırlanan kavramsal değişim metnlerinde, öğrencilerin mevcut bilgileri ile bilimsel bilgiler arasındaki uyumsuzlıklara dikkat çekilmesi, öğrencilerin mevcut bilgilerinden hoşnutsuz olmalarının sağlanması, yeni kavramların anlaşılır şekilde, akla yatkın ve mantıklı olarak sunulması bu başarıyı sağlamış olabilir. Geleneksel öğretim yöntemine göre ders anlatılan öğrencilere kavramsal değişim metnlerinde olduğu gibi kavram yanlışlarından doğrudan bahsedilmemesi ise bu gruptaki başarının düşük olmasının nedeni olabilir.

Bilgisayar destekli öğretim materyalleri ve kavramsal değişim metinleri öğrencilerin öğrenmeye karşı motivasyonlarını ve ilgilerini artırmaktadır. Bilgisayar destekli öğretim ve kavramsal değişim metnlerinin birlikte kullanılması, öğrencilerin radyoaktivite konusundaki kavramları daha kolay öğrenmelerini sağlamıştır. Dolayısıyla öğrencilerin radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde her iki yöntemin birlikte kullanıldığı bir yöntem araştırmada kullanılan diğer yöntemlere göre daha başarılı olmuştur. Bu sonuç, kavram yanlışlarının giderilmesinde kavramsal değişim metinlerini ile bilgisayar destekli öğretim materyalini birlikte kullanan Ünal (2007)'in çalışmasında elde ettiği sonuçla uyumludur. Bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metnlerinin birlikte kullanıldığı öğrencilerle yapılan görüşmeler de bu sonucu destekler niteliktedir.

Bilgisayar destekli öğretim ve kavramsal değişim metinleri kavram yanlışlarının giderilmesinde etkilidir. Ancak Her iki yönteminde birbirine göre üstün yanları bulunmaktadır. Kavramsal değişim metinleri öğrencilerin dikkatini doğrudan kavram yanlışlarının üzerine çekmektedir. Bilgisayar destekli öğretim materyalleri ise soyut kavramların somutlaştırılmasını sağlamaktadır. Kavram yanlışlarının giderilmesinde her iki yöntemin etkisi arasında bir fark çıkmaması her iki yönteminde birbirine göre üstün yanları olmasına bağlanabilir. Literatürde her iki yöntemin

kavram yanlışlarının giderilmesindeki etkilerini karşılaştıran çalışma çok azdır (Ersoy, 2012; Tokatlı, 2010). Çalışmada elde ettiğimiz sonuç, Ersoy (2012)'un elde ettiği sonuçla uyumlu olmakla birlikte, Tokatlı (2010)'nın elde ettiği sonuçla uyumsuzdur.

Geleneksel öğretim yönteminin öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarını artırmada etkili olması beklenmeyen bir sonuçtur. Literatürde yer alan bazı çalışmalar incelendiğinde geleneksel öğretim yönteminin öğrencilerin fizik tutumlarını değiştirmede etkili olmadığı görülmüştür (Başer ve Çataloğlu, 2005; Yılmaz, 2010; Güvercin, 2010; Hırça vd., 2011; Tekmen, 2006). Elde ettiğimiz bu sonuç, araştırma kapsamında öğrencilerin almış olduğu “radyasyon fiziğine giriş” dersinin içeriğine bağlanabilir. Dersin içeriğinde yer alan konuların çok fazla matematiksel işlem içermemesi, konular içinde yer alan formüllerin fazla sayıda ve karmaşık olmaması, konuların günlük hayatla kolay ilişkilendirilebilmesi, verilen örneklerin günlük hayattan olması, öğrencilerin fiziğin farklı yönlerini görmesi bu etkiyi sağlamış olabilir. Öğrencilerin seçmeli olarak aldıkları “radyasyon fiziğine giriş” dersi içerik olarak öğrencilerin bugüne kadar almış oldukları fizik derslerinden farklılık arz etmektedir. Konuların içeriği öğrencilerin ilgisini çekebilecek nitelikte hazırlanmıştır. Ders sürecinde günlük hayattan bol bol örnek verilmesi dersi daha zevkli hale getirmiştir. Öğrencilerin bugüne kadar görmüş oldukları fizik derslerinden farklı içeriğe sahip olan bu dersin öğrencilerin tutumunu artırmada etkili olduğunu düşünebiliriz.

Bilgisayar destekli öğretimin ve kavramsal değişim metnlerinin öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarını anlamlı düzeyde artırdığı ve bu yöntemlerin öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarını artırmada geleneksel öğretim yöntemine göre daha etkili olduğu görülmüştür. Literatürde bilgisayar destekli öğretim yönteminin öğrencilerin fizik tutumlarına etkisini inceleyen araştırmalarda farklı sonuçlar çıkmıştır. Bazı araştırmalarda bilgisayar destekli öğretimin öğrencilerin fizik tutumunu artırmada etkili olmadığı görülmüştür (Ersoy, 2012; Yiğit, 2004; Gönen vd., 2006; Güvercin, 2010). Bazı araştırmalarda ise bilgisayar destekli öğretimin öğrencilerin fizik tutumunu artırmada etkili olduğu görülmektedir (Tekmen, 2006; Ergörün, 2010; Acar, 2011). Benzer şekilde, literatürde kavramsal değişim metnlerinin öğrencilerin fizik tutumlarına etkisini inceleyen araştırmaların sonuçlarında da farklılıklar vardır. Bazı araştırmalarda, kavramsal değişim metnlerinin öğrencilerin fizik tutumunu artırmada etkili olmadığı görülmüştür (Başer ve Çataloğlu, 2005; Çaycı, 2007; Dilber, 2006; Ersoy, 2012; Ceylan, 2008; Ersoy, 2012). Bazı araştırmalarda ise kavramsal değişim metnlerinin öğrencilerin fizik tutumunu artırmada etkili olduğu görülmektedir (Yüksel Gülçiçek, 2004; Yılmaz, 2010; Cerit Berber ve Sarı, 2010). Araştırmalardan farklı sonuçların çıkması, farklı uygulama sürelerine, farklı konu ve içeriklere, farklı uygulama yöntemlerine bağlı olabilir.

Bu araştırmada, uygulanan bilgisayar destekli öğretimin ve kavramsal değişim metinlerinin öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarını artırmada etkili olması ve söz konusu bu yöntemlerin geleneksel yöntemle göre daha başarılı olmaları; ders içeriğinin ilgi çekici ve sıkıcı olmamasına, kullanılan kavramsal değişim metnlerinin, kullanılan animasyon ve simülasyonların dersi daha zevkli hale dönüştürmesine bağlı olduğu düşünölebilir. Çalışma kapsamında kullanılan bilgisayar destekli öğretim materyalinin ve kavramsal değişim materyallerinin öğrencilere farklı bir öğrenme ortamı sağlayarak tutumlarını artırdığı söylenebilir. Bu materyaller öğrencilere renkli ve keyifli bir öğrenme ortamı oluşturmuştur.

Araştırmada bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metnlerinin birlikte kullanılmasının öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarını artırmada etkili olduğu ve söz konusu yöntemin geleneksel öğretim yöntemine, bilgisayar destekli öğretime ve kavramsal değişim metinlerine göre daha başarılı olduğu sonucu da ortaya çıkmıştır. Her iki yöntemde öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarını artırmada etkili yöntemlerdir. Dolayısıyla her iki yöntemin birlikte kullanıldığı bir yöntemin öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarını artırmada etkili olması ve bilgisayar destekli öğretim ve kavramsal değişim metinlerine göre daha başarılı olması beklenen bir sonuçtur. Çünkü kullanılan her iki yöntemde öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarını artırmada etkili yöntemlerdir. Bunların bir arada kullanıldığı yöntemin daha etkili olması ise gayet doğal bir sonuçtur.

Bilgisayar destekli öğretimin ve kavramsal değişim metnlerinin öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarını artırma etkileri arasında anlamlı bir fark görölmemiştir. Bu sonuç, Ersoy (2012)'un çalışmasında elde edilen sonuç ile uyumludur. Daha önce de bahsedildiği üzere her iki yönteminde birbirine göre üstün yanları bulunmaktadır. Öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarını artırma etkileri arasında anlamlı bir fark görölmemesi her iki yönteminde birbirine göre üstün yanları olmasına bağlanabilir.

Öğrencilerin KYBT puanlarındaki değişim ile FÖYTÖ puanlarındaki değişim arasında istatistiksel anlamlı bir korelasyon tespit edilmemiş olması literatürde yer alan bazı çalışmaların sonuçları ile uyum içerisinde (Yiğit, 2004; Gönen vd., 2006; Ceylan, 2008; Güvercin, 2010; Ersoy, 2012). Bu çalışmalarda, öğrencilerin kavram yanılgılarının giderilmesinde uygulanan öğretim yöntemlerinin etkili olduğu tespit edilmiştir. Ancak kavram yanılgıları giderilen öğrencilerin fizik tutumları ise değişmemektedir.

Yapılan bu araştırmada, öğrencilerin radyoaktivite konusundaki kavram yanılgılarının giderilmesinde farklı öğretim yöntemlerinin etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, öğrencilerin radyoaktivite konusundaki kavram yanılgılarının giderilmesinde en etkili yöntemin

bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metinlerinin birlikte kullanıldığı yöntem olduğu belirlenmiştir. Geleneksel öğretim yöntemi dışında kullanılan farklı yöntemlerin kavram yanılgılarının giderilmesindeki etkisini belirlemek, kullanılan farklı yöntemlerden hangisinin daha etkili olduğunu araştırmak ve iki veya daha fazla yöntem birlikte kullanıldığında elde edilecek sonuçları görmek kavram yanılgılarının giderilmesi açısından oldukça önemlidir. Dolayısıyla bu araştırmanın sonuçları, kavram yanılgılarının giderilmesinde farklı öğretim yöntemlerini kullanmayı düşünen öğretmenlere ve araştırmacılara önemli katkılar sağlayabilir.

6. ÖNERİLER

- ❖ Fizik gibi soyut kavramlar içeren derslerde, öğrencilerde ki mevcut kavram yanlışlarının giderilmesi için geleneksel öğretim yöntemlerinden farklı olarak, öğrencilerin kavramları daha kolay öğrenmelerini sağlayacak yeni yöntemler kullanılabilir. Ayrıca kullanılan bu yöntemlerin kavram yanlışlarının giderilmesinde ne kadar etkili olduğu ayrıntılı olarak incelenebilir ve bunun için uygun veri toplama araçları geliştirilebilir.
- ❖ Kavram yanlışlarının giderilmesinde bilgisayar destekli öğretim oldukça etkili bir yöntemdir. Bu görüşü, literatürde yer alan birçok çalışmanın sonucu desteklemektedir. Bu çalışmada elde ettiğimiz sonuçta bu görüşü destekler niteliktedir. Fen bilimlerinin birçok alanında olduğu gibi fizik dersinin içeriğinde de soyut kavramlar bulunmaktadır. Soyut kavramların somutlaştırılması bu kavramların öğrenimini ve anlaşılmasını kolaylaştırabilir. Bilgisayar destekli öğretim kapsamında kullanılan bilgisayar simülasyonları ve animasyonlar, öğrencilerin kavramları daha kolay anlamalarına yardım edebilir. Fizik kavramlarına ilişkin literatürde belirlenmiş olan kavram yanlışları dikkate alınarak, bu konu ve kavramların öğretimine yönelik çeşitli simülasyon ve animasyonlar geliştirilebilir.
- ❖ Soyut kavramların öğrenciler tarafından daha iyi anlaşılmasını sağlamak için bilgisayarların her türlü olanaklarından yararlanılabilir. Bilgisayarların öğretim faaliyetlerinde daha verimli ve etkin kullanılabilmesi için öğretmenlerin bilgisayarlar ile ilgili yeterli derecede bilgi ve beceriye sahip olmaları gerekmektedir. Bu amaçla öğretmenlere hizmet öncesi ve hizmet içi eğitimler verilebilir.
- ❖ Kavramsal değişim metnlerinin öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili bir yöntem olduğu literatürde yer alan birçok çalışmada olduğu gibi bu çalışmada da ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla öğretmenlerin kavramsal değişim metnlerini kullanması kavram yanlışlarının giderilmesi açısından çok yararlı olabilir. Öğretmenler, öğrencilerin kavram yanlışlarını aktif hale getirerek onların doğru olmayan bilgileri ile bilimsel bilgiler arasındaki uyumsuzluğu açık bir şekilde ortaya koyan kavramsal değişim metnlerinden yararlanabilir. Bu kapsamda öncelikle öğretmenlere kavramsal değişim yaklaşımı ve kavramsal değişim metnlerinin hazırlanması konularında eğitimler verilebilir.
- ❖ Öğrencilerde kavramsal değişimin sağlanabilmesi gerekli şartlar Posner et. al (1982) tarafından tanımlanmıştır. Bu şartlara göre, kavram yanlışlarının giderilebilmesi için, öğretim esnasında öğrencilerin kavram yanlışları aktif hale getirilmeli ve onların doğru olmayan bilgileri ile bilimsel bilgiler arasındaki çelişki açık bir şekilde ortaya konulmalıdır. Daha sonra

öğrencilerde kavramsal değişimi sağlayacak bilimsel bilgiler ikna edici bir şekilde sunulmalıdır. Bu şartların yerine getirilmesinde kavramsal değişim metnlerinin kullanılması uygundur. Ancak öğretim ortamlarında kavramsal değişim metnlerinin yanı sıra bilgisayar simülasyonları, animasyonlar, slâyt, video, gibi bilgisayar materyallerinin kullanımı kavramsal değişimi daha kolay ve hızlı hale getirebilir. Dolayısıyla kavramsal değişim metnlerinin ve bilgisayar destekli öğretim materyallerin birlikte kullanılması kavram yanılgılarının giderilmesinde daha etkili bir yöntem olarak kullanılabilir.

- ❖ Kavramsal değişim metnlerinin ve bilgisayar destekli öğretimin uygulayıcıları öğretmenlerdir. Dolayısıyla eğitim fakültesinde öğrenim görmekte olan öğretmen adaylarına kavramsal değişim metnlerinin hazırlanması, kullanılması hakkında daha fazla bilgi verilebilir ve örnek uygulamalar yaptırılabilir. Ayrıca eğitim fakültelerinin programına “bilgisayar destekli öğretim” dersi eklenebilir.
- ❖ Bu araştırma bir öğretim döneminin on haftası, fen bilgisi öğretmenliği öğrencileri ve “radyoaktivite” konularındaki kavram yanılgıları ile sınırlıdır. Daha uzun süreli, farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilerle ve daha farklı konularla benzer deneysel çalışmalar yapılabilir.
- ❖ Bugüne kadar yapılan bazı kavram yanılgısı araştırmalarında özellikle öğrencilerin kavram yanılgıları belirlenmeye çalışılmıştır. Bazı araştırmalarda ise kavram yanılgılarının giderilmesine odaklanılmış ve farklı öğretim yöntemlerinin etkisi araştırılmıştır. Farklı konularda yapılacak olan araştırmalarda, sadece kavram yanılgılarının belirlenmesinden ziyade belirlenen kavram yanılgılarının giderilmesine yönelik çalışmaların yapılması kavram öğretimi adına daha yararlı olabilir.
- ❖ Bu çalışmada, öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik tutumlarını artırmada bilgisayar destekli öğretimin, kavramsal değişim metnlerinin ve bilgisayar destekli öğretim ile kavramsal değişim metnlerinin birlikte kullanılmasının etkili olduğu görülmüştür. Fizik derslerinde bu ve benzeri yöntemlerin kullanılması öğrencilerin fizik tutumunu artırmada etkili olabilir. Öğrencilerin tutumlarını artırmak için öğrencilerin derse ilgilerini artırıcı ve dersi sevdirci yeni yöntemlerle ders işlenebilir.

KAYNAKLAR

Acar, S. (2011). *Bilgisayar Destekli Öğretimin Öğrencinin Fizik Kimya Biyoloji ve Matematik Alanlarındaki Tutumlarına Olan Etkisinin Meta Analiz Yöntemi ile İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi/Fen Bilimleri Üniversitesi, Van.

Acar Sesen, B. and İnce E. (2010). Internet as a Source of Misconception: "Radiation and Radioactivity", *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 9, 4, 94-100.

Adams, W. K., Perkins, K. K., Podolefsky, N. S., Dubson, M., Finkelstein, N. D. and Wieman, C. E. (2006). Newinstrument for Measuring Student Beliefs About Physics and Learning Physics: The Colorado Learning Attitudes About Science Survey. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 2, 1–14.

Akbal, E. (2009). *Ortaöğretim Kimya Eğitiminde Mol Konusunun Öğretiminde Kavramsal Değişim Metinlerinin Başarıya Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Akçay, H. (1991). Türkiye’de Kimya Eğitiminin Sorunları ve Ülke Gelişimine Etkileri. *I. Eğitim Kongresi*. 25-27 Kasım, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Akçay, H., Feyzioğlu, B. ve Tüysüz, C., (2003). Kimya Öğretiminde Bilgisayar Benzeşimlerinin Kullanımının Lise Öğrencilerinin Başarısına ve Tutumuna Etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 3, 1, 7-26.

Akçay, H. Tüysüz, C, Feyzioğlu, B. ve Uçar, V. (2007). Bilgisayar Destekli Kimya Öğretiminin Öğrenci Başarısı ve Tutumuna Etkisine Bir Örnek: Radyoaktivite. *Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi Dergisi* 22: 98-106.

Akdeniz, A.R., Bektaş, U. ve Yiğit, N. (2000). İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Temel Fizik Kavramlarını Anlama Düzeyi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19: 5-14.

Akdeniz, A. R., Yıldız, İ. ve Yiğit, N. (2001). İlköğretim 6. Sınıf Öğrencilerinin Işık Üniversitesindeki Kavram Yanılgıları. *Çukurova Üniv. Eğitim Fak. Dergisi*, 20.

Akgün, Ş. (2001). *Fen Bilgisi Öğretimi*. (7. Baskı, s.102-114). Giresun: Pegema

Akgün, Ö. E. (2005). *Kavramsal Değişim Stratejileri, Çalışma Türü ve Bireysel Farklılıkların Öğrencilerin Başarı ve Tutumları Üzerine Etkisi*. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi/Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Akkoyunlu, B. (1998). *Bilgisayar ve Eğitimde Kullanılması: Çağdaş Eğitimde Yeni Teknolojiler*. Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi Yayınları, Eskişehir.

Akpınar, Y. (2005). *Bilgisayar Destekli Eğitimde Uygulamalar*. Ankara: Anı.

Alptekin, T. (2006). *Lise 2. Sınıf Öğrencilerinin Newton'un Hareket Kanunları İle İlgili Kavram Yanılgıları*. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Alsop, S. (2001). Living With and Learning About Radioactivity: A Comparative Conceptual Study. *Int. Sci. Edu.*, 23(3), 263-281.

Altun, E., Uysal, E. ve Ünal, Ö. (1999). Bilgisayar Destekli Öğretimde Yazılımların Nitelik Sorununa Sistemik Bir Yaklaşım. *D.E.Ü. Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10, 217-230.

Alvermann, D. E. and Hague, S. A. (1989). Comprehension of Counterintuitive Science Text: Effects of Prior Knowledge and Text Structure. *Journal of Educational Research*. 82 (4), 197-202.

Anıl, Ö. ve Küçüközer, H. (2010). Ortaöğretim 9. Sınıf Öğrencilerinin Düzlem Ayna Konusunda Sahip Oldukları Ön Bilgi ve Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, Yıl: 7, Sayı:3.

Arıcı, N. ve Dalkılıç, E. (2006). Animasyonların Bilgisayar Destekli Öğretime Katkısı: Bir Uygulama Örneği. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, c.14. s.2. ss.421-430.

Atasayar, A. (2008). *Kavram Öğretimi Sürecine Yönelik İçerik Geliştirme Aracının Tasarlanması ve Kullanışlılığı*. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Atasoy, Ş. (2008). *Öğretmen Adaylarının Newton'un Hareket Kanunları Konusundaki Kavram Yanılgılarının Giderilmesine Yönelik Geliştirilen Çalışma Yapraklarının Etkililiğinin Araştırılması*. Doktora Tezi. KTÜ/Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Ayas, A., Çepni, S. and Akdeniz, A.R. (1993). Development of The Turkish Secondary Science Curriculum, *Science Education*, 77(4), 433-440.

Ayas, A., Karamustafaoğlu, S., Cerrah, L. ve Karamustafaoğlu, O. (2001). Fen Bilimlerinde Öğrencilerdeki Kavram Anlama Seviyelerini ve Yanılgılarını Belirleme Yöntemleri Üzerine Bir İnceleme, *X. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi*. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.

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

Aydoğdu, M. ve Kesercioğlu, T. (2005). *İlköğretimde Fen ve Teknoloji Öğretimi*. Ankara: Anı.

Aydın, S. (2007). *Geometrik Optik Konusundaki Kavram Yanılgılarının Kavramsal Değişim Metinleri İle Giderilmesi*. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Aydın, H. ve Uşak, M. (2003). Fen Derslerinde Alternatif Kavramların Araştırılmasının Önemi: Kuramsal Bir Yaklaşım. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (1) 13, 121-135.

Azar, A. (2001). Üniversite Öğrencilerinin Elektrik Konusundaki Kavram Yanılgılarının Analizi. *Fen Bilimleri Sempozyumu*, 345-350. Maltepe Üniversitesi, İstanbul,

Bahar, M. (2003). Biyoloji Eğitiminde Kavram Yanılgıları ve Kavram Değişim Stratejileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri/Educational Sciences: Theory & Practice*, 3 , 1, 27-64.

Baki, A. ve Öztekin, B. (2001). Bilgisayar Donanımlı Ortamda Fonksiyon ve Grafiklerin Öğretimi. *Matematik Etkinlikleri Sempozyumu*, Ankara.

Başer, M. ve Çataloğlu, E. (2005). Kavram Değişimi Yöntemine Dayalı Öğretimin Öğrencilerin Isı ve Sıcaklık Konusundaki “Yanlış Kavramları”nın Giderilmesine Etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi(H. U. Journal of Education)*, 29: 43-52.

Başlantı, U. (1999). *Öğrencilerin Radyoaktivite Konusu ile İlgili Yanlış Kavramaları*. Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.

Beeth, M. E. (1998). Facilitating Conceptual Change Learning: The Need for Teachers to Support Metacognition. *Journal of Science Teacher Education*. 9 (1), 49-61.

Bektaş, U. (1999). *İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Temel Fizik Kavramlarını Anlama Düzeyi*. Yüksek Lisan Tezi. K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. 3-8, Trabzon.

Beydoğan, H.Ö. (1998). *Çocuklarda Kavram Öğrenme ve Öğretme*. A.Ü. K.Karabekir Eği. Fak. Yayını, Erzurum.

Bilgin, İ. ve Geban, Ö. (2001) Benzeşim (Analoji) Yöntemi Kullanılarak Lise 2. Sınıf Öğrencilerinin Kimyasal Denge Konusundaki Kavram Yanılgılarının Giderilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 26-32.

Boyes, E. and Stanisstreet, M. (1994). Children's Ideas About Radiation and Radioactivity: Sources, Made of Travel, Uses and Dangers. *Research in Science and Technological Education*. 12 (2), 145-160.

Bozdemir, S., Ufuktepe, Y., Eker, S. ve Bilsel, A. (1994). Fizikteki Kavram Yanılgıları, *1. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı*. s.:225-241, Buca-İzmir.

Bülbül, O. (2009). *Fizik Optik Ünitesinin Bilgisayar Destekli Öğretiminde Kullanılan Animasyonların ve Simülasyonların Akademik Başarıya ve Akılda Kalıcılığa Etkisinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.

Büyükkasap, E., Düzgün, B. ve Ertuğrul, M. (2001). Lise Öğrencilerinin Işık Hakkındaki Yanlış Kavramları. *Milli Eğitim Dergisi*, 141, 32-35.

Büyükkasap, E., Düzgün B., Ertuğrul M. ve Samancı O. (1998). Bilgisayar Destekli Fen Öğretiminin Kavram Yanılgıları Üzerine Etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 4(6), 56-66.

Büyüköztürk, Ş. (2011), *Sosyal Bilimler için veri Analizi El kitabı İstatistik, Araştırma Deseni SPSS Uygulamaları ve Yorumu*. Ankara: Pegem.

Canpolat, N. ve Pınarbaşı, T. (2002a). Fen Eğitiminde Kavramsal Değişim Yaklaşımı-I: Teorik Temelleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*. Cilt:10 No:1, 59-66.

Canpolat, N. ve Pınarbaşı, T. (2002b) Fen Eğitiminde Kavramsal Değişim Yaklaşımı-II: Kavram Değiştirme Metinleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*. Cilt:10 No:2 281-286.

Cansüngü Koray, Ö. ve Bal, Ş. (2002). Fen Öğretiminde Kavram Yanılgıları ve Kavramsal Değişim Stratejisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*. Cilt:10, No:1, 83-90.

Cerit Berber, N. ve Sarı, M. (2010). Kavramsal Değişime Dayalı Öğretim Stratejilerinin Fizik Dersine Yönelik Bazı Duyuşsal Özelliklerin Gelişimine Etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. Cilt 11, Sayı 2, 45-64.

Ceylan, H. (2008). *İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersinde Altıncı Sınıf Öğrencilerine Elektrik Konusunun Öğretiminde Kavramsal Değişim Yaklaşımının Öğrenci Başarısına ve Tutumuna Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi/Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Chambers, K.S. and Andre, T. (1997). Gender, Prior Knowledge, Interest and Experience in Electricity and Conceptual Change Text Manipulations in Learning About Direct Current, *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 2, 107-123.

Chen, C. C., Lin, H. S. and Lin, M. L. (2002). Developing a Two-Tier Diagnostic Instrument to Assess High School Students' UnderstandingiThe Formation of Images by a Plane Mirror. *Proc. Natl. Sci. Counc. ROC(D)* Vol. 12, No. 3, 106-121.

Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Cohen, L. and Manion, L.(1989). *Research Methods in Education*. Third Edition, Routledge Publications, New York.

Cooper, S., Yeo, S. and Zadnik, M. (2003). Australian Students' Views on Nuclear Issues: Does Teaching Alter Prior Beliefs?. *Phys. Educ.*, 38, 123.(<http://iopscience.iop.org/0031-9120/38/2/303>).

Coştu, B., Çepni, S. ve Yeşilyurt, M. (2002). Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Bilgisayar Destekli Rehber Materyallerin Kullanılması, *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Vol. 2, Issue 1, pp. 1401-1407. (http://www.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/b_kitabi/PDF/Teknoloji/Bildiri/t325d.pdf)

Coştu, B., Ayas, A. ve Ünal, S. (2007). Kavram Yanılgıları ve Olası Nedenleri: Kaynama Kavramı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*. Cilt:15 No:1, 123-136.

Çakır, M. ve Aldemir, B. (2011). İki Aşamalı Genetik Kavramlar Tanı Testi Geliştirme ve Geçerlik Çalışması. *Mustafa Kemal University Journal of Social Sciences Institute* Yıl/Year: 2011, Cilt/Volume: 8 Sayı/Issue: 16, s. 335-353.

Çaycı, B. (2007). *Kavram Öğreniminde Kavramsal Değişim Yaklaşımının Etkililiğinin İncelenmesi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi/Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Çepni, S. (1997). Lise Fizik I Ders Kitabında Öğrencilerin Anlamakta Zorluk Çektikleri Anahtar Kavramların Tespiti. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(15), 1-8.

Çepni, S. (2011). *Kuramdan Uygulamaya Fen ve Teknoloji Öğretimi*. Ankara: Pegem.

Çepni, S. ve Akdeniz, A. R. (1997). Lise Fizik-1 Ders Kitabında Öğrencilerin Anlamakta Zorluk Çektikleri Anahtar Kavramların Tespiti. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2, 15, 86-96.

Çepni, S., Aydın, A. ve Ayvaci, H. (2000). Dördüncü ve Beşinci Sınıflarda Fen Bilgisi Programındaki Fizik Kavramlarının Öğrenciler Tarafından Anlaşılma Düzeyleri. *4. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi*. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Ankara.

Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D. ve Turgut, M.F. (1997). *Fizik Öğretimi*. YÖK/Dünya Bankası. Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi. Ankara.

Chambers, S.K. and Andre, T. (1997). Gender, Prior Knowledge, Interest and Experience in Electricity and Conceptual change Text Manipulations in Learning About Direct Current, *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 107-123.

Chi, M., Slotta, J., and deLeeuw, N. (1994). From things to processes: A Theory of Conceptual Change For Learning Science Concepts. Learning and Instruction: *Journal of European Association for Research on Learning and Instruction*, 4, 27-43.

Çobanoğlu, E.O. ve Bektaş, H. (2012). Kavramsal Değişim Metinlerinin İlköğretim 6. Sınıf Öğrencilerinin Dolaşım Sistemi Konusundaki Kavram Yanılgılarının Giderilmesine Etkisi., *X. Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Niğde. (<http://kongre.nigde.edu.tr/xufbmek/.../2542-04i06i2012-16i30i29.pdf>)

Dagher, Z. R. (1994). Does The Use of Analogies Contribute to Conceptual Change? *Science Education*. 78 (6), 601-614.

Demirci, N. (2003). *Bilgisayarla Etkili Öğretme Stratejileri ve Fizik Öğretimi*. Ankara: Nobel.

Demirci, N. (2004). Web Tabanlı Fizik Programını Kullanarak Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konularındaki Başarı ve Kavram Yanılgıları Üzerine Bir Çalışma. *Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi, OFMAE Fizik Eğitimi A.B.D.*, (<http://w3.balikesir.edu.tr/demirci/bilimegitim.pdf>).

Diakidoy, I.A.N., Kendeou, P. and Ioannides, C. (2003). Reading About Energy: The Effects of Text Structure in Science Learning and Conceptual Change. *Educational Psychology*, 28(3), 335-356.

Dilber, R. (2006). *Fizik Öğretiminde Analoji Kullanımının ve Kavramsal Değişim Metinlerinin Kavram Yanılgılarının Giderilmesine ve Öğrenci Başarısına Etkisinin Araştırılması*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Dönmez Usta, N ve Ayas, A. (2010). Common Misconceptions In Nuclear Chemistry Unit, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2,2,1432-1436.

Dönmez Usta, N., Karslı, F., Ceng, Z. ve Ayas, A. (2009). Çekirdek Kimyası (Radyoaktivite) Ünitesindeki Bazı Kavramlara Yönelik Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Anlama Düzeylerinin Belirlenmesi. Fen, Sosyal ve Çevre Eğitiminde Son Gelişmeler Kongresine sunulmuş bildiri.

Duit, R. and Treagust, D. F.(2003). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6,) 671-688.

Durmuş, J. (2009). *İlköğretim Fen Bilgisi Dersinde Kavramsal Değişim Metinlerinin ve Deney Yönteminin Akademik Başarıya ve Kavram Yanılgılarını Gidermeye Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.

Efe, S. (2007). *Üç Aşamalı Soru Tipi Geliştirilerek İlköğretim 5. Sınıf Öğrencilerinin Ses Konusundaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Balıkesir Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

Eijkelhof, H. and Robin, M. (1988). Reading about Chernobyl: The Public Understanding of Radiation and Radioactivity. *Scholl Science Review*, 70(251), p35-41.

Ekiz, D. (2003). *Eğitimde Araştırma Yöntem ve Metodlarına Giriş*. Ankara: Anı.

Erçoklu, H.F (2001). *Lise 2. Sınıf Öğrencilerinde Çekirdek Tepkimeleri ve Radyoaktiflik Konusunda Yanlış Kavramların Tespiti ve Giderilmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, G.Ü./Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Erdem, E., Yılmaz, A. ve Morgil, İ. (2001). Kimya Dersinde Bazı Kavramlar Öğrenciler Tarafından Ne kadar Anlaşıyor?. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20: 65-72.

Ergörün, O. (2010). *Bilgisayar Destekli Fizik Öğretiminin Öğrenci Başarısına ve Öğrenci Tutumlarına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Yeditepe Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Erickson, G.L. (1979). Children's Conceptions of Heat and Temperature. *Science Education*, 63(2), 221-230.

Ersoy, F.N. (2012). *Bilgisayar Simülasyonlarının ve Kavramsal Değişim Metinlerinin Statik Elektrik Konusunun Öğretime Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi/Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Eryılmaz, A. ve Tatlı A. (2000) ODTÜ Öğrencilerinin Mekanik Konusundaki Kavram Yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 93 – 98.

Eryılmaz, A. ve Sürmeli, E. (2002). Üç Aşamalı Sorularla Öğrencilerin Isı ve Sıcaklık Konularındaki Kavram Yanılgılarının Ölçülmesi. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitim Kongresi*. 16-18 Eylül, ODTÜ, Ankara.(<http://www.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/bikitabi/PDF/Fizik/Bildiri/t110d.pdf>).

Fidan, N. (1996). *Okulda Öğrenme ve Öğretme*. (s.189-197). İstanbul: Alkım.

Garnett, P.J. and Treagust, D.F. (1992). Conceptual Difficulties Experienced by Senior High School Students of Chemistry: Electrochemical (Galvanic) and Electrolytic Cells. *Journal of Research in Science Teaching*. 29, 10, 1079-1099.

Geban, Ö. and Başer, M. (2007). Effectiveness of Conceptual Change Instruction on Understanding of Heat and Temperature Concepts. *Research in Science & Technological Education*, <http://www.lib.ied.edu.hk/rss/feed/ebscoisciedu.html>.

Geban, O. and Bayır, G. (2000). Effect of Conceptual Change Approach on Students' Understanding of Chemical Change and Conservation of Matter. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19, 79-84.

Gilbert, J.K., Watts, D.M., and Osborne, R.J. (1982). Students Conceptions of Ideas in Mechanics, *Physics Education*, 17, 62-66.

Gönen, S., Kocakaya, S. and İnan, C. (2006). The Effect of The Computer Assisted Teaching and 7E Model of The Constructivist Learning Methods on The Achievements And Attitudes Of High School Students. *The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET*, ISSN: 1303-6521, volume 5 Issue 4 Article 11.

Green, S.B., Salkind, N. and Akey, T.M. (2000). *Using SPSS for Windows: Analysing and understanding data*. U.S.A.: Prentice Hall, New Jersey.

Guzzetti, B. J., Snyder, T. E. and Glass, G. V. (1992). Promoting Conceptual Change in Science: Can Texts Be Used Effectively? *Journal of Reading*. 35 (8), 642-649.

Guzzetti, B. J., Snyder, T. E., Glass, G. V. and Gamaz, W. S. (1993). Promoting Conceptual Change in Science: A Comparative Meta-Analysis of Instructional Interventions from Reading Education and Science Education. *Reading Research Quarterly*. 28 (2), 117-159.

Gülçiçek, Ç. (2009), *Bazı Mekanik Kavramları İle İlgili Yanılgıların Giderilmesinde Doğrulayıcı Laboratuvar Yaklaşımları İle Simülasyon Destekli Doğrulayıcı Laboratuvar Yaklaşımları Etkisinin Karşılaştırılması*. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Gülçiçek, Ç. ve Yağbasan, R. (2004). Basit Sarkaç Sisteminde Mekanik Enerjinin Korunumu Konusunda Öğrencilerin Kavram Yanılgıları. *GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Cilt 24, Sayı: 3, 23-38.

Gürbüz, F. (2008). *İlköğretim 6. Sınıf Öğrencilerinin "Isı ve Sıcaklık" Konusundaki Kavram Yanılgılarının Düzeltilmesinde Kavramsal Değişim Metinlerinin Etkisinin Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

- Gürel, Z. ve Gürdal, A. (2002). 7-11. Sınıf Öğrencilerinin Yerçekimi Konusundaki Kavram Yanılgıları. *Burdur Eğitim Fakültesi Dergisi*, Sayı:3, Yıl:3, 42-45.
- Güvercin, Z. (2010). *Fizik Dersinde Simülasyon Destekli Yazılımın Öğrencilerin Akademik Başarısına, Tutumlarına ve Kalıcılığa Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Hançer, A.H. (2007). Fen Eğitiminde Yapılandırmacı Yaklaşım Dayalı Bilgisayar Destekli Öğrenmenin Kavram Yanılgıları Üzerine Etkisi. *C.Ü. Sosyal Bilimler Dergisi* Cilt: 31 No:1 69-81.
- Haslam, F. and Treagust, D. F. (1987). Diagnosing Secondary Students' Misconceptions of Photosynthesis and Respiration in Plants Using a Two-Tier Multiple Choice Instrument. *Journal of Biological Education*, 21, 3, 203-211.
- Hestenes, D., Wells M. and Swackhamer G. (1992). Force Concept Inventory. *The Physics Teacher*, 30, 141-158
- Hewson, P.W. (1981). A conceptual change approach to learning science. *Eureopen Journal of Science Education*, 3(4), 383–396.
- Hewson, G.M., and Hewson, W.P. (1983). Effect of Instruction Using Students' Prior Knowledge and Conceptual Change Strategies on Science Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(8), 731-743.
- Hewson, P. W. and Hewson, M. G. (1984). The Role Conceptual Conflict in Conceptual Change and The Design of Science Instruction. *Instructional Science*, Sayı: 13, Cilt:1. s.13.
- Hırça, N., Çalık, M. ve Seven, S. (2011). 5E Modeline Göre Geliştirilen Materyallerin Öğrencilerin Kavramsal Değişimine ve Fizik Dersine Karşı Tutumlarına Etkisi: "İş, Güç ve Enerji" Ünitesi Örneği. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*. Yıl 8, Sayı 1.
- Hynd, C. R. and Alvermann, D. E. (1986). The Role of Refutation Text in Overcoming Diffuculty with Science Concepts. *Journal of Reading*. 29 (5), 440-446.

Hynd, C., Alverman, D. and Qian, G. (1997). Preservice Elementary School Teachers' Conceptual Change about Projectile Motion: Refutation Text, Demonsration, Affective Factors and Relevance. *Science Education*, 81, 1-27.

Ivowi, U. M. O. (1984). Misconceptions in Physics amongst Nigerian Secondary School Students. *Physics Education*, 19, 279- 285.

İlbi, Ö. (2006). *Ausubel'in Sunuş Yöntemi ile, Bilgisayar Destekli Öğretim Yöntemlerinin Kimya Ünitelerindeki Kavram Yanılgılarının Önlenebilmesi Açısından Karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi/Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

İsen, İ.A. ve Kavçar, N. (2006). Ortaöğretim Fizik Dersi Yeryüzünde Hareket Ünitesindeki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi ve Ünitenin Öğretim Programının Geliştirilmesi Üzerine Bir Çalışma. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, Sayı:20, 84-90.

İşman, A. (2001). Bilgisayar ve Eğitim. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2, 1-34.

Jimoyiannis, A. and Komis, V. (2001). Computer Simulations in Physics Teaching and Learning: A Case Study On Students' Understanding of Trajectory Motion. *Computers and Education*, 36 (2):183-204.

Kahraman, S. ve Demir, Y. (2011). Bilgisayar Destekli 3d Öğretim Materyallerinin Kavram Yanılgıları Üzerindeki Etkisi: Atomun Yapısı ve Orbitaler. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi* Cilt-Sayı: 13-1.

Kalaycı, Ş. (2006). *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri*. Ankara: Asil.

Kaptan. F. (1998). *Fen Bilgisi Öğretimi*. (s.131-147). Ankara: Anı.

Kaptan, S. (1998). *Bilimsel Araştırma ve İstatistik Teknikleri*. Tekışık Web Ofset Tesisleri, Ankara.

Karakuyu, Y. (2006). *Lise ve Dengi Okul Öğrencilerinin Isı ve Sıcaklık Öğreniminde Karşılaştığı Kavram Yanılgıları*. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Karakuyu, Y. ve Tüysüz, C. (2011). Elektrik Konusunda Kavram Yanılgıları ve Kavramsal Değişim Yaklaşımı. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* (<http://sbe.gantep.edu.tr>) 2011 10(2):867 -890 ISSN: 1303-0094.

Karamustafaoğlu, O., Aydın, M. ve Özmen, H. (2005). Bilgisayar Destekli Fizik Etkinliklerinin Öğrenci Kazanımlarına Etkisi: Basit Harmonik Hareket Örneği. *The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET* . ISSN: 1303-6521 volume 4 Issue 4 Article 10

Karasar, N. (1999). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*. (s.102). 9.Basım, Ankara: Nobel.

Karataş, F.Ö., Köse, S. ve Coştu, B. (2003). Öğrenci Yanılgılarını ve Anlama Düzeylerini Belirlemede Kullanılan İki Aşamalı Testler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. (1) 13.

Keser, H. (1988). *Bilgisayar Destekli Öğretim İçin Bir Model Önerisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. A.Ü./ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Kesidou, S. and Duit, R. (1993). Students' Conceptions of The Second Law of Thermodynamics- an Interpretive Study. *Journal of Research In Science Teaching*, 30(1), 85-106.

Kıyıcı, G. ve Yumuşak, A. (2006). Fen Bilgisi Laboratuvarı Dersinde Bilgisayar Destekli Etkinliklerin Öğrenci Kazanımları Üzerine Etkisi; Asit-Baz Kavramları Ve Titrasyon Konusu Örneği. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4 (4), (Article 16).

Kim, J.H. Park, S.T. Lee, H. and Lee, H. (2005). Correcting Misconception Using Unrealistic Virtual Reality Simulation in Physics Education. *Recent Research Developments in Learning Technologies*, 1, (<http://heebok.kongju.ac.kr/gmi/paper-scan/113.pdf>).

Kökü, N., Büyüköztürk, N. ve Bökeoğlu, Ö. Ç. (2007). *Sosyal bilimler için istatistik*. Ankara: Pegem.

Köse, S., Ayas, A. ve Taş, E. (2003). Bilgisayar Destekli Öğretimin Kavram Yanılgıları Üzerine Etkisi: Fotosentez. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (2) Sayı:14.

Kurt, Ş. ve Akdeniz, A.R. (2004). Farklı Düzeylerdeki Öğrencilerde Kuvvet Kavramı İle İlgili Yanılgılar. *XII. Eğitim Bilimleri Kongresi, Bildiriler*, Cilt III (1931–1950), Ankara.

Kuru, İ. ve Güneş, B. (2005). Lise 2. Sınıf Öğrencilerinin Kuvvet Konusundaki Kavram Yanılgıları. *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Cilt 25, Sayı 2, 1-17.

Küçüközer, H. (2003). Lise 1 öğrencilerinin Basit Elektrik Devreleri Konusuyla İlgili Kavram Yanılgıları. *H. Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 142-148.

Küçüközer, A. (2010). Fen Öğretmeni Adaylarının Dalgalar Konusunda Kavram Yanılgıları. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, Yıl: 7, Sayı: 2.

Malatyalı, E. ve Yılmaz, K. (2010). Yapılandırmacı Öğrenme Sürecinde Kavramlar ve Önemi: Kavramların Pedagojik Açıdan İncelenmesi. *The Journal of International Social Research*, Volume: 3 Issue: 14.

Mann, M. and Treagust, D. F. (1998). A Pencil and Paper Instrument to Diagnose Students' Conception of Breathing, Gas Exchange and Respiration. *Australian Science Teachers Journal*. 44, 2, 55-59.

Mavi, M. (2008). *Lise Öğrencilerinin Radyasyon Konusundaki Kavram Yanılgılarının Tespiti*. Yüksek Lisans Tezi. SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Mikkila-Erdmann, M. (2001). Improving Conceptual Change Concerning Photosynthesis Through Text Design. *Learning and Instruction*. 11 (3), 241-257.

Millar, R. and Gill, J., S. (1993). School Students' Understanding of Processes Involving Radioactive Substances And Ionizing Radiation. *Physics. Education*, 27(5), 27-33.

Millar, R., Klaassen, K. and Eijkelhof, H. (1990). Teaching About Radioactivity and Ionising Radiation: an Alternative Approach. *Physics. Education.*, 25, 338-342.

Minaslı, E. (2009). *Fen ve Teknoloji Dersi Maddenin Yapısı ve Özellikleri Ünitesinin Öğretilmesinde Simülasyon ve Model Kullanılmasının Başarıya, Kavram Öğrenmeye ve Hatırlamaya Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi/Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Monaghan, J. M. and Clement, J. (2000). Algorithms, Visualization, and Mental Models: High School Students' Interactions with a Relative Motion Simulation. *Journal of Science Education and Technolog.*, v9, n4, p.311-25.

Morgil, İ., Yılmaz, A. ve Uludağ, N. (2004). Lise Kimya 2 Ders Kitabında Yer Alan Radyoaktivite Konusunun İncelenmesi, Öğrencilerin Bu Konudaki Bilgilerinin Araştırılması ve Öneriler. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi 27, 206-215.

Mork, S.M. (2011). An Interactive Learning Environment Designed to Increase the Possibilities for Learning and Communicating About Radioactivity. *Interactive Learning Environments* Vol. 19, No, 2, 163-177.(<http://dx.doi.org/10.1080/10494820802651060>)

Nakiboğlu, C. and Bülbül Tekin, B. (2006). Identifying Students' Misconceptions about Nuclear Chemistry. A Study of Turkish High School Students, *Journal of Chemical Education*, 83,1712.

Odabaşı, F. (1998). *Bilgisayar Destekli Eğitim: Çağdaş Eğitimde Yeni Teknolojiler*. Açıköğretim Fakültesi Yayınları, Eskisehir.

Odom, A. L. and Barrow, H. L. (1995). Development and Application of a Two-Tier Diagnostic Test Measuring College Biology Students' Understanding of Diffusion and Osmosis after a Course of Instruction. *Journal of Research in Science Teaching*. 32, 1, 45-61.

Öğüt, H., Altun, A.A. ve Sulak, H.E. (2004) "Bilgisayar Destekli, İnternet Erişimli İnteraktif Eğitim CD'si İle e-Eğitim", *The Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 3(10): 1-7.

Önen, F. (2005). *İlköğretimde Basınç Konusunda Öğrencilerin Sahip Olduğu Kavram Yanılgılarının Yapılandırmacı Yaklaşım İle Giderilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi/Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Öner Armağan, F. (2011). *Kavramsal Değişim Metinlerinin Etkililiği: Meta Analiz Çalışması*. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Özdamar, K. (2002). *Paket programlar ile istatistiksel veri analizi*. Eskişehir: Kaan

Özmen, H. (2005) Kimya Öğretiminde Yanlış Kavramlar: Bir Literatür Araştırması. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, Cilt: 3, Sayı: 1.

Özmen, H. ve Kolomuç, A. (2004). Bilgisayarlı Öğretimin Çözümler Konusundaki Öğrenci Başarısına Etkisi. *Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 12(1), 57-68.

Palacios, F. J. P., Cazorla, F. N. ve Mehid, A.C. (1989). Misconceptions on Geometric Optics and Their Association With Relevant Educational Variables. *International Journal of Education* 11 (3), 273-286.

Posner, G., J., Strike, K., A., Hewson, P., W. and Gertzog, W.,A. (1982). Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education*, 66, 211-227.

Prather, E. (2005). Students' Beliefs About the Role of Atoms in Radioactive Decay and Half-life. *Journal of Geoscience Education*, Volume 53, Number 4 (<http://www.nagt.org/nagt/jge/abstracts/sep05.html#v53p345>).

Prather, E.E. and Harrington, R.R. (2001). Student Understanding of Ionisation Radiation and Radioactivity. *Journal of College Science Teaching*, 31 (2), 89-93.

Saigo, B.W. (1999). *A Study to Compare Traditional and Constructivism-Based Instruction of A High School Biology Unit on Biosystematics*. The University of Iowa. Phd. Thesis. Iowa.

Saka, A. (2006). *Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Genetik Konusundaki Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde 5E Modelinin Etkisi*. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Saka, A.Z. ve Yılmaz, M. (2005). Bilgisayar Destekli Fizik Öğretiminde Çalışma Yapraklarına Dayalı Materyal Geliştirme ve Uygulama. *The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET* ISSN: 1303-6521 Volume 4, Issue 3 Article 17.

Sarı Ay, Ö. (2011). *İlköğretim 8. Sınıf Fen ve Teknoloji Dersi “Maddenin Halleri ve Isı” Ünitesinde Belirlenen Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Kavramsal Değişim Metinlerinin Kullanımının Etkisi ve Öğrenci Görüşleri*. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Selvi, M. (2007). *Biyoloji Öğretmeni Adaylarının Çevre Kavramları İle İlgili Algılamalarının Değerlendirilmesi*. Doktora tezi. Gazi Üniversitesi/Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Senemoğlu, N. (2003). *Gelişim Öğrenme ve Öğretim Kuramından Uygulama*. Gazi Kitabevi, Ankara.

Sevim, S. (2007). *Çözeltiler ve Kimyasal Bağlanma Konularına Yönelik Kavramsal Değişim Metinleri Geliştirilmesi ve Uygulanması*. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon.

Smith, E. L., Blakeslee, T. D. and Anderson, C. W. (1993). Teaching Strategies Associated with Conceptual Change Learning in Science. *Journal of Research in Science Teaching*. 30 (2), 111-126.

Sönmez, V. ve Alacapınar, F.G. (2011). *Örneklendirilmiş Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Anı.

Stevens, J.P. (2002). *Applied Multivariate Statistics For The Social Sciences (fourth Edition)*. U.S.A.:Lawrence Erlbaum Associates, Manhaw, New Jersey.

Şahin, Ç. (2010). *İlköğretim 8. Sınıf “Kuvvet ve Hareket” Ünitesinde “Zenginleştirilmiş 5E Öğretim Modeli”ne Göre Rehber Materyaller Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi*. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Şahin, M. (2010). The Impact of Problem-Based Learning on Engineering Students' Beliefs About Physics and Conceptual Understanding of Energy and Momentum. *European Journal of Engineering Education*. Vol. 35, No. 5, 519–537.

Şahin, N. (2008). *Radyoaktiflik Konusunun Sosyo-Kültürel Oluşturmacı Anlayış Temelinde Öğretiminin Ortaöğretim Öğrencilerinin Öğrenmeleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi/Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Şahin, Ç. ve Çepni, S. (2011). “Yüzme- Batma, Kaldırma Kuvveti ve Basınç” Kavramları ile İlgili İki Aşamalı Kavramsal Yapılardaki Farklılaşmayı Belirleme Testi Geliştirilmesi. *Journal of Turkish Science Education*, Volume 8, Issue 1.

Şen, A.İ. (2001). Fizik Öğretiminde Bilgisayar Destekli Yeni Yaklaşımlar. *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21 (3), 61-71.

Şengel, E. Özden, M. ve Geban, Ö. (2002). Bilgisayar Simülasyonlu Deneylerin Lise Öğrencilerinin Yerdeğiştirme ve Hız Kavramlarını Anlamadaki Etkisi. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiriler*, Cilt II. ODTÜ Eğitim Fakültesi Ankara.

Tao, P. K. and Gunstone, R. F. (1999). The Process of Conceptual Change in Force and Motion During Computer-Supported Physics Instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 36, No. 7, p. 859–882.

Tan, Ş. ve Erdoğan, A. (2001). *Öğretimi Planlama ve Değerlendirme*.149-178. Ankara: Anı.

Tan, K. C. D., Goh, K. N., Chia, S. L. and Treagust, D. F. (2002). Development and Application of a Two-Tier Multiple Choice Diagnostic Instrument to Assess High School Students' Understanding of Inorganic Chemistry Qualitative Analysis, *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 4, 283-301.

Tekdal, M. (2002). Etkileşimli Fizik Simülasyonlarının Geliştirilmesi ve Etkin Kullanılması. V. *Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, ODTÜ, Ankara.(<http://www.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/ozetler/d135.pdf>).

Tekmen, S. (2006). *Fizik Dersinde, Bilgisayar Destekli Eğitimin Öğrencilerin Erişisine, Derse Karşı Tutumlarına ve Kalıcılığa Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü. Bolu.

Tezcan, H., Yılmaz, Ü. ve Babaoğlu, M. (2005). Radyoaktivite Öğretiminde İşbirlikçi Öğrenme Yöntemi ile Geleneksel Öğretim Yöntemin Başarıya Etkileri, *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17, 55-68.

Tokatlı, F.R. (2010). *Kavramsal Değişim Yaklaşımı, İşbirlikli Öğrenme ve Bilgisayar Destekli Öğretimin Öğrencilerin Fen Başarısına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

Treagust, D.F. (1988). Development and Use of Diagnostic Test to Evaluate Student' Misconceptions in Science. *International Journal of Science Education*. 10 (2), 159-169.

Tunca, E. (2003). *Fizik Öğrenimi İçin Programlanabilir Simülasyon Aracı Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Tyson, L., Treagust, D. F. and Bucat, R. B. (1999). The Complexity Teaching and Learning Chemical Equilibrium. *Journal of Chemical Education*. 76, 4, 554-558.

Tytler, R. (2002). Teaching For Understanding in Science:Constructivist/Conceptual Change Teaching Approaches. *Australian ScienceTeachers' Journal*, 48(4), 30-35.

Uşun, S. (2004). *Bilgisayar Destekli Öğretimin Temelleri*. Ankara: Nobel

Uzunkavak, M. (1998). *Fizik Eğitiminde Başarıyı Etkileyen Kavrama Yanlılıklarının Giderilmesinin Araştırılması*. Süleyman Demirel Üniversitesi/Fen bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Isparta.

Uzunkavak, M. (2004). *Lise ve Dengi Okul Öğrencilerinin Elektrik ve Manyetizma Öğreniminde Karşılaştığı Kavram Yanılgıları*. Doktora Tezi. S.D.Ü./Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Üce, M. ve Sarıçayır, H. (2009). Kavramsal Değişim Metinlerinin Madde ve Özellikleri Konusunun Öğretimindeki Başarıya Etkisi. *M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*. Sayı: 30, 159 -172

Ülgen, G. (2001). *Kavram Geliştirme Kuramlar ve Uygulamalar*. Pegema Yayıncılık, 3. Baskı, 97-144, Ankara.

Ünal, S. (2007). *Atom ve Molekülleri Bir Arada Tutan Kuvvetler Konularının Öğretilmesinde Yeni Bir Yaklaşım: BDÖ ve KDM'nin Birlikte Kullanımının Kavramsal Değişime Etkisi*. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Voska, K. W. and Heikkinen, H. W. (2000). Identification and Analysis of Student Conception Used to Solve Chemical Equilibrium Problems. *Journal of Research in Science Teaching*. 37, 2, 160-176.

Vosniadou, S. (1994). Capturing and Modelling the Process of Conceptual Change. In S. Vosniadou (Guest Editor), Special Issue on Conceptual Change, *Learning and Instruction*, 4, 45–69.

Vosniadou, S. and Brewer, W. F. (1994). Mental Models of the Day/Night Cycle. *Cognitive Science*, 18, 123–183.

Wandersee, J.H., Mintzes, J.J. and Novak, J.D. (1994). Research on Alternative Conceptions in Science. In Handbook of Research on Science Teaching and Learning, A Project of the National Science Teachers Association (Edited by Dorothy L. Gabel), Macmillan, New York.

Wang, T. and Andre, T. (1991). Conceptual Change Text versus Traditional Text and Application Questions versus No Questions in Learning about Electricity. *Contemporary Educational Psychology*. 16 (2), 103-116.

White, R.T. and Gunstone, R.F. (1992). *Probing Understanding*. The Falmer Press, London.

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

Yalçın, A. (2003). *Lise 2 Sınıf Öğrencilerin Radyoaktivite ve Çekirdek Tepkimeleri Konusundaki Başarılarına ve Kavramsal Algılamalarına Yapılandırmacı Yaklaşımın Etkisi ve Öğrencilerin Bu Konu Hakkındaki Yanlış Kavramlarının Tespiti*. Yüksek Lisans Tezi. G.Ü./Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Yalçın, A. ve Kılıç, Z. (2005). Öğrencilerin Yanlış Kavramları ve Ders Kitaplarının Yanlış Kavramlara Etkisi Örnek Konu: Radyoaktivite. *GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Cilt 25, Sayı:3, 125-141.

Yanpar Şahin, T. ve Yıldırım, S. (1999). *Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme*. Ankara: Anı.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara:Seçkin.

Yılmaz, Z.A. (2010) *Kavramsal Değişim Metinlerinin Üniversite Öğrencilerinin Geometrik Optik Konusundaki Kavram Yanılgılarının Düzeltilmesi ve Fizik Dersine Karşı Tutumlarına Etkisinin İncelenmesi*. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Yılmaz, A. ve Morgil, İ. (2001). Üniversite Öğrencilerinin Kimyasal Bağlar Konusundaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 20, 172-178.

Yip, D. Y., Chung, C. M. and Mak, S. Y. (1998). The Subject Matter Knowledge in Physics Related Topics of Hong Kong Junior Secondary Science Teacher. *Journal of Science Education*, 7, 4, 319-328.

Yiğit, N. (2004). Fizik Öğretiminde Bilgisayar Destekli Uygulamaların Başarıya Etkisi. *Milli Eğitim Dergisi*. Sayı:161 (http://dhgm.meb.gov.tr/yayimlar/dergiler/Milli_Egitim_Dergisi/161/yigit.htm)

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

Yüksel Gülçiçek, N. (2004). *Kavramsal Değişim Metinlerinin Öğrencilerin Manyetizma Konusunu Anlamalarına ve Fizik Tutumlarına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi/Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

EKLER

EK-1: RADYASYON FİZİĞİNE GİRİŞ DERSİ ÖĞRENCİ KAZANIMLARI

1. Konu: Çekirdeğin Yapısı

Bu konunun sonunda öğrenciler;

1. Atomun kütlesinin küçük boyutlu çekirdekte toplandığını söyleyecek.
2. Elektronların atomun dış kısmını meydana getirdiğini söyleyecek.
3. Elektronların atoma tutunabilmeleri için çekirdeğin pozitif yüklü olması gerektiği çıkarımında bulunacak.
4. Çekirdekte bulunan + yüklü taneciğin proton olduğunu söyleyecek.
5. Çekirdekte elektrik yükü taşımayan (nötr) nötron adı verilen bir parçacığın bulunduğunu söyleyecek.
6. Protonların ve nötronların toplamını nükleon olarak tanımlayacak.
7. Nükleonların çekirdeğin içerisinde olduğunu kabul edecek.
8. Atomun kütlesinin hangi taneciklerden oluştuğunu açıklayacak.
9. Çekirdek hacminin toplam nükleon sayısı ile orantılı olduğu sonucuna ulaşacak.
10. Çekirdek kütlesi ile nükleonlar arasında ilişki kurabilecek.
11. Çekirdeğin yapısını şematik olarak gösterebilecek.
12. Çekirdeğin yapısı hakkında tartışma yapabilecek.
13. Çekirdeğin yapısını öğrenmeye istekli olacak.

2. Konu: Çekirdek Kararlılığı

Bu konunun sonunda öğrenciler;

1. Aynı cins yüklerin birbirini itmesine rağmen, çekirdekte bulunan nötron ve protonların sıkı biçimde bir arada bulunduğunu söyleyecek.
2. Protonları ve nötronları bir arada tutan kısa menzilli kuvveti "çekirdek kuvvetleri" olarak tanımlayacak.
3. Nötronların çekirdek içinde protonların bir arada durmasına imkân sağlayan bir unsur olduğu çıkarımında bulunacak.
4. Küçük atom numaralı elementlerde çekirdeğin kararlı olabilmesi için nötron sayısının proton sayısına eşit olması gerektiği çıkarımında bulunacak.
5. Yüksek atom numaralı elementlerde çekirdeğin kararlı olabilmesi için nötron sayısının proton sayısından fazla olması gerektiği çıkarımında bulunacak.
6. Atom numarası 83'e kadar olan elementlerin kararlı olduğu sonucuna ulaşacak.
7. Nötron sayısı ile proton sayısı arasındaki oranın kararlılığa etki ettiğini tahmin edecek.

8. $n/p < 1,5$ olan çekirdeklerin kararlı ya da az kararlı olduğu sonucuna ulaşacak.
9. $n/p > 1,5$ olan çekirdeklerin kararsız olduğu sonucuna ulaşacak.
10. Çekirdek kararlılığı ile n/p oranı arasında ilişki kurabilecek.
11. Bir çekirdeğin kararlı yapıda olup olmadığına karar verebilecek.
12. Kararlı çekirdek yapısı ile kararsız çekirdek yapısı arasındaki farkları ayırt edebilecek.

3. Konu: Radyoaktivlik

Bu konunun sonunda öğrenciler;

1. Radyoaktivlik kavramını açıklayacak.
2. Radyoaktivliğin sebebinin kararsız çekirdekler olduğu çıkarımında bulunacak.
3. Radyoaktivlik ile kararsız çekirdekler arasında ilişki kurabilecek.
4. Radyoaktivliğin çekirdek yapısıyla ilişkili olduğunu savunacak.
5. Radyoaktivlik hakkında tartışma yapabilecek.
6. Radyoaktivlik ile çekirdek kararlılığı arasında ilişki kurabilecek.
7. Radyoaktivlik konusunu öğrenmeye istekli olacak.
8. Radyoaktivlik konusuna önem verecek.
9. Bir maddenin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin o maddenin radyoaktif olma özelliğini etkilemeyeceği sonucuna ulaşacak.
10. Bir madde radyoaktif ise bileşiğinin de radyoaktif olacağı sonucuna ulaşacak.
11. Radyoaktivliğin dış etkenlere bağlı olmadığını savunacak.
12. Radyoaktivliği etkileyen faktörler hakkında önerilerde bulunacak.
13. Radyoaktif maddelerin kararlı hale gelinceye kadar radyasyon yaydığını söyleyecek.
14. Radyoaktif atomların kararlı çekirdeğe dönüşebilmek için çeşitli ışımlar (Radyoaktif bozunma) yaptığı çıkarımında bulunacak.
15. Çekirdeği kararsız, radyoaktif bir atomun hiçbir dış etkiye bağlı kalmaksızın, kendiliğinden ışımlar yaparak başka çekirdeklere dönüşmesi olayına doğal radyoaktivlik olarak tanımlayacak.
16. Atom numarası 83-92 arasındaki elementlerin doğal radyoaktif elementler olduğunu söyleyecek.
17. Atom numarası 83'ten küçük olup da doğal radyoaktivlik gösteren elementlerin olabileceği çıkarımında bulunacak.
18. Radyoaktif olmayan bir atom çekirdeğinin proton, nötron ve alfa tanecikleri gibi temel taneciklerle bombardıman edilerek kararsız çekirdeğe dönüştürülmesi olayına yapay radyoaktivlik olarak tanımlayacak.

19. Radyoaktif ışıma yapan yapay ve doğal radyoaktif maddelerin ikisinin de zararlı olduğu ve bu zararın derecesinin maruz kalınan radyoaktif ışının dozuna, radyoaktif ışının tipi ile enerjisine ve geçtikleri ortamın özelliklerine bağlı olduğu sonucuna ulaşacak.

4. Konu: Bozunma Hızı

Bu konunun sonunda öğrenciler;

1. Radyoaktif bozunma hızını "radyoaktif bir maddenin birim zamanda bozunmaya uğrayan atom sayısı" olarak tanımlayacak.
2. Radyoaktif bozunma hızının nelere bağlı olduğunu merak edecek.
3. Radyoaktif bozunma hızının, maddenin cinsine ve başlangıçtaki madde miktarına bağlı olduğunu söyleyecek.
4. Radyoaktif bozunma hızının, maddenin fiziksel özelliklerine bağlı olmadığını savunacak.
5. Radyoaktif bozunma hızının, maddenin bulunduğu ortamın sıcaklığının ya da basıncının değiştirilmesi durumunda değişmeyeceğini savunacak.
6. Radyoaktif bozunma hızı ile madde miktarı arasında ilişki kurabilecek.
7. Radyoaktif bozunma hızını formüle edebilecek.

5. Konu: Yarılanma Süresi

Bu konunun sonunda öğrenciler;

1. Yarılanma süresini "Radyoaktif bir maddenin herhangi bir anda mevcut olan miktarının yarısının bozunması için geçen süre" olarak tanımlayacak.
2. Yarılanma süresinin nelere bağlı olduğunu merak edecek.
3. Yarılanma süresini etkileyen faktörleri öğrenmeye istekli olacak.
4. Yarılanma süresinin sadece maddenin cinsine bağlı olduğunu savunacak.
5. Yarılanma süresinin maddenin miktarına bağlı olmadığını çıkarımında bulunacak.
6. Yarılanma süresinin basınç ve sıcaklık gibi dış etkenlere bağlı olmadığını çıkarımında bulunacak.
7. Yarılanma süresinin maddenin fiziksel haline bağlı olmadığını savunacak.
8. Yarılanma süresinin ayırt edici bir özellik olduğu sonucuna ulaşacak.
9. Yarılanma süresi ile bozunma hızı arasında ilişki kurabilecek.
10. Yarılanma süresi ile bozunma hızı arasındaki farkları ayırt edebilecek.
11. Yarılanma süresi kısa olan elementlerin bozunma hızlarının daha yüksek olduğu çıkarımında bulunacak.
12. Yarılanma süresi kısa olan elementlerin daha kararsız olduğu sonucuna ulaşacak.
13. Bir elementin izotoplarının yarılanma sürelerinin farklı olduğunu söyleyecek.
14. Yarılanma süresini, formül kullanarak hesaplayacak.

15. Yarılanma süresinin sadece madde cinsine bağlı olduğunu ispat edebilecek.
16. Yarılanma süresi formülündeki her bir simgenin ne anlama geldiğini açıklayacak.
17. Yarılanma süresini hesaplariken hangi miktarın bozunan kısmı, hangi miktarın kalan kısmı olduğunu saptayacak.

6. Konu: Alfa Bozunumu

Bu konunun sonunda öğrenciler;

1. Alfa bozunumu sonucunda çekirdekte helyum çekirdeği yayınlandığını söyleyecek.
2. Alfa bozunumunu şematik olarak gösterebilecek.
3. Alfa bozunumunu formüle edebilecek.
4. Alfa bozunumuna uğrayan bir çekirdeğin iki proton ve iki nötron kaybedeceğini hesaplayacak.
5. Alfa ışıması yapan bir çekirdeğin farklı bir elemente dönüşeceğini savunacak.
6. Alfa bozunmasının kendiliğinden meydana geldiğini savunacak.
7. Alfa parçacıklarının elektriksel alanda sapacağı çıkarımında bulunacak.

7. Konu: Beta Bozunumu

Bu konunun sonunda öğrenciler;

1. Beta bozunması sonucunda çekirdekten elektron ya da pozitron yayınlandığını söyleyecek.
2. Beta bozunumu şematik olarak gösterebilecek.
3. Beta bozunumu formüle edebilecek.
4. Beta bozunumuna uğrayan çekirdeğin nükleon sayısının korunduğunu, ancak atom numarasının bir birim değiştiğini hesaplayacak.
5. Beta ışıması yapan bir çekirdeğin farklı bir elemente dönüşeceğini savunacak.
6. Beta bozunumuna uğrayan çekirdekte nötronun protona, ya da protonun nötrona dönüşeceğini gösterecek.
7. Beta bozunması sonucu çekirdekten yayınlanan elektron ya da pozitronun bozunma anında üretildiği çıkarımında bulunacak.
8. Beta parçacıklarının elektriksel alanda sapacağını tahmin edecek.
9. Alfa bozunumu ile beta bozunumunu karşılaştırabilecek.

8. Konu: Gama Bozunumu

Bu konunun sonunda öğrenciler;

1. Gama bozunumu sonucunda $h\nu$ enerjili fotonların yayınlandığını söyleyecek.
2. Gama bozunumunu şematik olarak gösterebilecek.
3. Gama bozunumunu formüle edebilecek.
4. Gama bozunumuna uğrayan çekirdeğin, atom ve kütle numarasında herhangi bir değişikliğin olmadığını kabul edecek.

5. Gama bozunumunun ancak radyoaktif bir bozunum sonrasında gerçekleşebileceği çıkarımında bulunacak.
6. Gama ışınlarının, çok yüksek enerjiye sahip elektromanyetik dalgalar olduğunu savunacak.
7. Gama ışınması yapan bir çekirdeğin farklı bir elemente dönüşmeyeceği çıkarımında bulunacak.
8. Gama ışınlarının kütlesi ve yükü olmadığını saptayacak.
9. Gama ışınlarının elektriksel alanda sapma yapmadığını tahmin edecek.
10. Alfa, beta ve gama bozunumunu karşılaştırabilecek.

9. Konu: Radyasyon

Bu konunun sonunda öğrenciler;

1. Radyasyonun kelime anlamının ışınım olduğunu söyleyecek.
2. Radyasyonun madde üzerinde meydana getirdiği etkiye göre iyonlaştırıcı radyasyon ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyon olarak sınıflandıracak.
3. Radyasyonun dalga ve parçacık olmak üzere iki türünün bulunduğunu savunacak.
4. İyonlaştırıcı radyasyonu tanımlayacak
5. İyonlaştırıcı radyasyon türlerine örnek verebilecek.
6. İyonlaştırıcı olmayan radyasyonu tanımlayacak.
7. İyonlaştırıcı olmayan radyasyon türlerine örnek verebilecek.
8. İyonlaştırıcı radyasyon ile iyonlaştırıcı olmayan radyasyon arasındaki farkları ayırt edebilecek.
9. Radyasyon dozu kavramını tanımlayacak ve doz hızı birimlerini açıklayacak.
10. Radyasyon kaynaklarını açıklayacak.
11. Doğal ve yapay radyasyon kaynaklarına örnek verebilecek.
12. Radyasyonun olumlu ve olumsuz etkileri hakkında tartışma yapabilecek.
13. Bütün radyasyon çeşitlerinin zararlı olmadığını savunacak.
14. Çevremizdeki radyasyon kaynaklarının farkına varacak.
15. Radyasyondan korunma yöntemleri hakkında önerilerde bulunabilecek.
16. Dış bir radyoaktif kaynaktan yayılan radyasyona maruz kalan bir canlının, daha sonrasında radyasyon kaynağı olarak işlev görmeyeceğini savunacak.
17. Radyasyon hakkında araştırma yapmaya istekli olacak.

10. Konu: Radyoaktif Işınlardan Gericilikleri

Bu konunun sonunda öğrenciler;

1. Alfa ışınlarını durdurmak için ince bir kâğıt parçasının yeterli olduğunu savunacak.
2. Beta ışınlarını durdurmak için birkaç cm kalınlığında alüminyum levhanın yeterli olduğunu savunacak.

3. Gama ışınlarını durdurmak için kurşun levhaların kullanılması gerektiğini savunacak.
4. Alfa, beta ve gama ışınlarının giriciliklerini kıyaslayacak.
5. Alfa, beta ve gama ışınlarının giricilikleri arasındaki farkları ayırt edebilecek.
6. Radyoaktif ışınlarının giriciliklerinin farkına varacak.

11. Konu: Çekirdek Reaksiyonlarının Genel Özellikleri

Bu konunun sonunda öğrenciler;

1. Çekirdek reaksiyonlarını “çekirdeğin enerjik parçacıklarla bombardıman edilerek kimliğinin ve özelliklerinin değiştirildiği çarpışmalar” olarak tanımlayacak.
2. Çekirdek reaksiyonları sonucu enerji açığa çıktığını savunacak.
3. Bu enerjinin kaynağı reaksiyona giren ve çıkan maddelerin toplam kütleleri arasındaki fark olduğu çıkarımında bulunacak.
4. Çekirdek reaksiyonlarında enerji ve momentumun korunduğunu savunacak.
5. Çekirdek reaksiyonlarında toplam yük ve nükleonların toplam sayısının korunduğunu söyleyecek.
6. Kimyasal reaksiyonlar ile çekirdek reaksiyonları arasındaki farkları ayırt edecek.
7. Çekirdek reaksiyonlarında kütle korunmadığını savunacak.
8. Çekirdekteki kütle kaybının enerjiye dönüştüğü sonucuna ulaşacak.
9. Çekirdek reaksiyonları hakkında araştırma yapmak isteyecek.

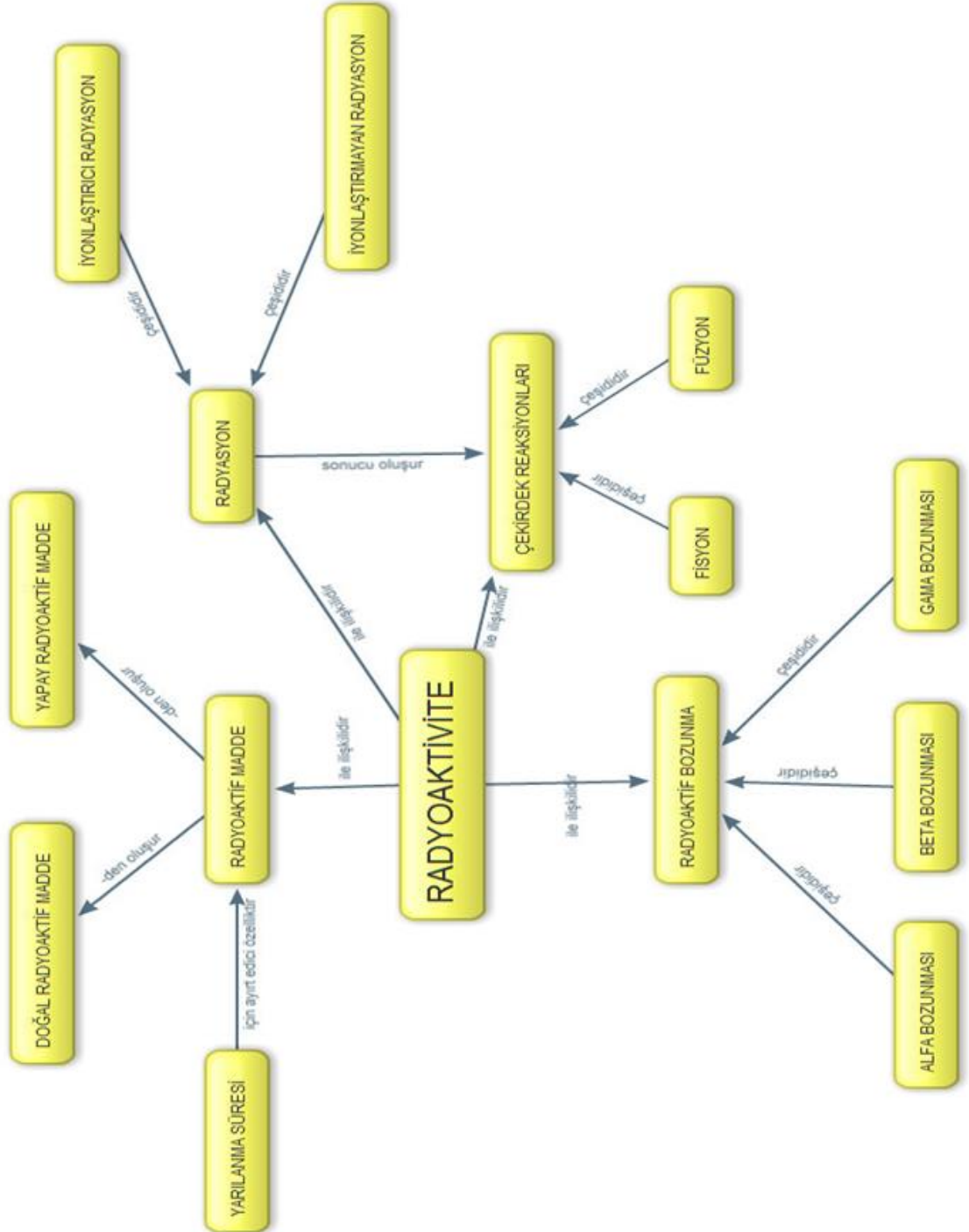
12. Konu: Nükleer Fisyon ve Füzyon

Bu konunun sonunda öğrenciler;

1. ^{235}U gibi ağır bir çekirdeğin, daha küçük iki küçük çekirdeğe bölünmesi ve bu bölünme sonucunda ortaya yüksek bir enerji çıkması olayını "nükleer fisyon" olarak tanımlayacak.
2. Fisyon reaksiyonlarında ürün çekirdeklerin toplam kütlelerinin, ilk durumdaki ana çekirdeğin kütlelerinden daha az olduğunu hesaplayacak.
3. Kütleler arasındaki bu farkın bölünme sırasında açığa çıkan enerjiye dönüştüğü sonucuna ulaşacak.
4. Fisyon tepkimeleri sonucunda büyük miktarda enerji ile birlikte birden fazla nötron ortaya çıktığını saptayacak.
5. İki hafif çekirdeğin daha ağır ve kararlı bir çekirdek oluşturmak için birleşmesi olayını "nükleer füzyon" olarak tanımlayacak.
6. Füzyon olayı sonucu oluşan çekirdeğin kütlelerinin, başlangıçtaki çekirdeklerin kütleleri toplamından daha küçük olduğunu hesaplayacak.
7. Kütleler arasındaki bu farkın enerji olarak açığa çıktığı sonucuna ulaşacak.
8. Füzyon reaksiyonları sonucu açığa çıkan enerji Fisyon reaksiyonları sonucu açığa çıkan enerjiden daha fazla olduğunu söyleyecek.

9. Füzyon olayını yeryüzünde gerçekleştirebileceğimiz bir düzeneğin henüz mümkün olmadığını savunacak.
10. Fisyon ve Füzyon olayları arasında karşılaştırma yapabilecek.
11. Fisyon ve Füzyon olayının uygulamaları hakkında araştırma yapmaya istekli olacak.
12. Fisyon ve Füzyon olayları hakkında tartışma yapabilecek.
13. Fisyon ve Füzyon olaylarının uygulamaları hakkında önerilerde bulunabilecek.

EK 2: RADYAOAKTİVİTE KAVRAM HARİTASI



EK 3: KAVRAM YANILGISI BELİRLEME TESTİ (KYBT)

Cinsiyetiniz: Kız () Erkek ()

Bu çalışmanın amacı başarınızı ölçmek DEĞİL, sizin radyoaktivite konusuna ilişkin görüşlerinizi öğrenmektir. Bu konuda sizin düşünceleriniz çok önemli olup yanıtlarınızın doğru ya da yanlış olması önemli değildir. Lütfen her soruyu içtenlikle cevaplandırınız. Teşekkürler

1) “Radyoaktif bir maddeyi, fiziksel ve kimyasal bir takım işlemlere tabi tutarak - radyoaktif olma- özelliğini ortadan kaldırmak mümkündür.” İfadesi hakkında ne düşünüyorsunuz?

A) Doğru bir ifadedir B) Yanlış bir ifadedir.

Seçtiğiniz cevabın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Radyoaktif olmayan bir madde ile tepkimeye sokulursa radyoaktif özelliğini kaybeder.
- B) Çok yüksek sıcaklığa maruz bırakılan radyoaktif bir madde radyoaktif olma özelliğini kaybeder.
- C) Toprak altına gömülen radyoaktif bir madde radyoaktif olma özelliğini kaybeder.
- D) Radyoaktif olma özelliği atomun çekirdeğindeki durumlara bağlı olduğundan fiziksel ve kimyasal yöntemlerle ortadan kaldırılamaz.
- E)

2) “Radyoaktif bir atomun kararlı bir atomla yaptığı bileşik radyoaktif özellik göstermez.” İfadesi hakkında ne düşünüyorsunuz?

A) Doğru bir ifadedir B) Yanlış bir ifadedir.

Seçtiğiniz cevabın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Bileşiklerde her iki madde kendi özelliğini kaybederek yeni bir madde oluşturduğu için bileşik radyoaktif değildir.
- B) Kimyasal tepkimeler atomda, elektron düzeylerinde meydana geldiği için çekirdeğin yapısı değişmez ve oluşan bileşik de radyoaktif olur.
- C) Bileşik oluştururken elementin yapısı değişir ve radyoaktif özelliğini kaybeder. Dolayısıyla oluşan bileşik radyoaktif özellik göstermez.
- D) Kararlı bir atomla bileşik yaptığı için kendi çekirdeği de kararlı hale geçer ve oluşan bileşik radyoaktif özellik göstermez.
- E)

3) “Radyoaktif bir atom α ışıması yaptıktan sonra farklı bir elemente dönüşür.” ifadesi hakkında ne düşünüyorsunuz?

A) Doğru bir ifadedir B) Yanlış bir ifadedir.

Seçtiğiniz cevabın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) α ışıması elementin kimyasal özelliklerini değiştirmeyeceği için farklı bir elemente dönüşmez.
- B) Aynı elementtir sadece kararsız halden kararlı hale geçer.
- C) α ışıması yapan bir atomun çekirdeğindeki proton sayısı azalır ve farklı bir elemente dönüşür.

D) Işıma yaparak sadece enerjisini kaybeder, farklı bir elemente dönüşmez.

E)

4) “Dış bir kaynaktan yayılan düşük enerjili radyoaktif ışınımına maruz kalan bir kuş, radyoaktif kaynaktan uzaklaşsa bile kendisi radyoaktif hale gelir ve çevresine radyasyon yaymaya başlar.” ifadesi hakkında ne düşünüyorsunuz?

A) Doğru bir ifadedir B) Yanlış bir ifadedir.

Seçtiğiniz cevabın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

A) Kuşun hücrelerindeki atomların yapısı bozulmuştur ve bu atomlar ışıma yapar.

B) Kuş bir radyasyon kaynağı değildir.

C) Radyasyona maruz kalan kuşun hücrelerindeki atomlar kararsız hale geçer ve kuş radyoaktif olur.

D) Radyasyon kuşun hücreleri tarafından emilir ve daha sonra geri salınır.

E)

5) “Radyoaktif maddeler her zaman radyasyon yaymaz.” ifadesi hakkında ne düşünüyorsunuz?

A) Doğru bir ifadedir B) Yanlış bir ifadedir.

Seçtiğiniz cevabın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

A) Radyoaktif maddeler ancak radyasyona maruz kalırsa radyasyon yayar.

B) Radyoaktif maddeler ancak dışarıdan bir etki olursa radyasyon yayar.

C) Radyoaktif maddelerin bazıları kendiliğinden, bazıları da dışarıdan bir etki olunca radyasyon yayar.

D) Radyoaktif maddeler herhangi bir dış etki olmadan kendiliğinden ve sürekli radyasyon yayan maddelerdir.

E)

6) “Beta bozunmalarında çekirdekten elektron veya pozitron yayınlanır.” ifadesi hakkında ne düşünüyorsunuz?

A) Doğru bir ifadedir B) Yanlış bir ifadedir.

Seçtiğiniz cevabın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

A) Çekirdeğin içerisinde elektron ve pozitron bulunmadığı için bunların yayınlanması mümkün değildir.

B) Elektron ve pozitron bozunma anında çekirdeğin durgun (bağlanma) enerjisinden oluşur ve yayınlanır.

C) Çekirdek içerisinde elektron ve pozitron olduğundan yayınlanabilir.

D) Beta bozunmasında atomun elektron kabuklarındaki elektronlar yayınlanır.

E)

7) “Çekirdek reaksiyonlarında kütle korunur.” İfadesi hakkında ne düşünüyorsunuz?

A) Doğru bir ifadedir B) Yanlış bir ifadedir.

Seçtiğiniz cevabın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Kütlenin küçük bir kısmı enerjiye dönüştüğü için kütle korunmaz.
- B) Çekirdeğin yapısı ve özellikleri değişmediği için kütle korunur.
- C) Çekirdek reaksiyonlarında proton sayısı veya nötron sayısı değişmediği için kütle korunur.
- D) Atomun çekirdeği nötronlarla bombardıman edildiği için kütlesi artar.
- E)

8) “Bir maddenin radyoaktif olma özelliğini o maddenin fiziksel ve kimyasal özellikleri etkiler”. İfadesi hakkında ne düşünüyorsunuz?

A) Doğru bir ifadedir B) Yanlış bir ifadedir.

Seçtiğiniz cevabın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Atomların sahip olduğu enerji, maddenin fiziksel hallerinde değişiklik gösterdiğinden fiziksel özellikler radyoaktif olma özelliğini etkiler.
- B) Atomun çekirdeği fiziksel ve kimyasal değişimlerden etkilenmeyeceği için fiziksel ve kimyasal özellikler radyoaktif olma özelliğini etkilemez.
- C) Kimyasal değişimler sonucu atomun elektronlarının düzenlenişi değiştiğinden kimyasal özellikler radyoaktif olma özelliğini etkiler.
- D) Fiziksel ve kimyasal değişimler sonucu atomun hem iç hem de dış yapısı değiştiğinden fiziksel ve kimyasal özellikler radyoaktif olma özelliğini etkiler.
- E)

9) “Radyoaktif maddelerin yarılanma süreleri maddenin fiziksel haline bağlıdır.” ifadesi hakkında ne düşünüyorsunuz?

A) Doğru bir ifadedir B) Yanlış bir ifadedir.

Seçtiğiniz cevabın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Maddelerin dayanıklılığı fiziksel hale göre değişmektedir.
- B) Yarılanma süresi sadece çekirdeğin kararlılığına ve başlangıçtaki miktarına bağlıdır.
- C) Maddelerin atomlarının enerjisi fiziksel hale göre değişmektedir.
- D) Maddelerin fiziksel hali yarılanma süresini etkilemez. Yarılanma süresi atomun cinsine bağlıdır.
- E)

10) “Doğal ve yapay radyoaktif maddelerin insanlara zararları açısından arasında bir fark yoktur” ifadesi hakkında ne düşünüyorsunuz?

A) Doğru bir ifadedir B) Yanlış bir ifadedir.

Seçtiğiniz cevabın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Doğal ve yapay radyoaktif maddelerin ikisi de zararlıdır.
- B) Doğal radyoaktif maddeler yapay radyoaktif maddelerden daha zararlıdır.
- C) Doğal ve yapay radyoaktif maddelerin ikisi de zararsızdır.

D) Yapay radyoaktif maddeler doğal radyoaktif maddelerden daha zararlıdır.

E)

11) “Bütün radyasyon çeşitleri zararlıdır.” ifadesi hakkında ne düşünüyorsunuz?

A) Doğru bir ifadedir B) Yanlış bir ifadedir.

Seçtiğiniz cevabın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

A) Bütün radyasyon çeşitlerinin kaynağı radyoaktif maddelerdir.

B) Radyasyonların hepsi çok yüksek enerjiye sahip büyük dalga boylu ışınlardır.

C) Bütün radyasyon çeşitlerinin kaynağı nükleer reaksiyonlardır.

D) Radyasyon ışınlam demektir, bütün ışımlar zararlı değildir.

E)

12) “Radyoaktivite kararsız atomların son yörüngelerinden elektron salmasıdır.” ifadesi hakkında ne düşünüyorsunuz?

A) Doğru bir ifadedir B) Yanlış bir ifadedir.

Seçtiğiniz cevabın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

A) Kararsız atomlar radyoaktivite olayı sonucunda son yörüngelerinden elektron salar ve kararlı hale geçer.

B) Radyoaktivite çekirdekte gerçekleşir, kararsız atom çekirdekleri ışıma yaparak kararlı hale geçer.

C) Radyoaktivite olayında atomlar çeşitli ışımalara maruz bırakılır ve bu olay sonucunda son yörüngelerinden elektron salınır.

D) Kararsızlık son yörüngelerdeki elektronların eksik olmasından kaynaklanır, dolayısıyla radyoaktivite olayında elektron salınmaz, elektron yakalanır.

E)

13) “Alfa bozunması kendiliğinden meydana gelir.” ifadesi hakkında ne düşünüyorsunuz?

A) Doğru bir ifadedir B) Yanlış bir ifadedir.

Seçtiğiniz cevabın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

A) Alfa bozunması için çekirdeğe dışarıdan enerji verilmelidir, bu da kendiliğinden olmaz.

B) Alfa bozunmasının gerçekleşmesi için çekirdeğin nötronlarla bombardıman edilmesi gerekir.

C) Alfa bozunması coulomb etkisinin bir sonucu olarak kendiliğinden meydana gelir.

D) Alfa bozunması için çekirdeğin radyoaktif bir madde ile etkileşmesi gerekir.

E)

14) “Gama ışınları alfa ve beta ışınları gibi kütlesi olan birer parçacıktır.” ifadesi hakkında ne düşünüyorsunuz?

A) Doğru bir ifadedir B) Yanlış bir ifadedir.

Seçtiğiniz cevabın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Gama ışınları alfa ve beta ışınları gibi girici ışınlar olduğu için o da onlar gibi kütlesi olan bir parçacıktır.
- B) Gama ışınları çekirdekten yayınlanan nötron parçacıklarıdır.
- C) Gama ışınları durgun kütlesi sıfır olan elektromanyetik dalgalardır.
- D) Gama ışınları çekirdekten yayınlanan proton parçacıklarıdır.
- E)

15) “Gama ışıması yapan bir atom başka bir elemente dönüşür.” ifadesi hakkında ne düşünüyorsunuz?

A) Doğru bir ifadedir B) Yanlış bir ifadedir.

Seçtiğiniz cevabın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Kütle ve atom numarası değiştiği için başka bir elemente dönüşür.
- B) Atomun çekirdeğinden elektron fırlatıldığı için başka bir elemente dönüşür.
- C) Atomun çekirdeğinden nötron fırlatıldığı için başka bir elemente dönüşür.
- D) Kütle ve atom numarası değişmediği için başka bir elemente dönüşmez.
- E)

16) “Çekirdek reaksiyonları çekirdeğin kendiliğinden ışıma yapması ile gerçekleşir.” ifadesi hakkında ne düşünüyorsunuz?

A) Doğru bir ifadedir B) Yanlış bir ifadedir.

Seçtiğiniz cevabın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Çekirdek reaksiyonları atomun kendiliğinden parçalanması ya da birleşmesiyle oluşur.
- B) Kararlı hale geçmek isteyen çekirdek kendiliğinden fazla enerjisini ortama salar ve kararlı hale geçer.
- C) Çekirdek reaksiyonlarında çekirdek kendiliğinden proton veya nötron ışıması yapar.
- D) Çekirdek reaksiyonları atom çekirdeğinin proton, elektron, nötron gibi belli enerjiye sahip parçacıklarla bombardıman edilmesiyle gerçekleşir.
- E)

17) “Füzyon bölünme (parçalanma) reaksiyonudur.” ifadesi hakkında ne düşünüyorsunuz?

A) Doğru bir ifadedir B) Yanlış bir ifadedir.

Seçtiğiniz cevabın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Füzyon kararsız radyoaktif çekirdeklerin nötronlarla bombardıman edilerek iki tane kararlı radyoaktif çekirdek oluşturması olayıdır.
- B) Füzyon iki hafif çekirdeğin daha ağır bir çekirdek oluşturmak için birleşmesidir.
- C) Güneş enerjisi füzyon reaksiyonları sonucu açığa çıkmaktadır. Bu kadar büyük enerji ise ancak çekirdeklerin parçalanması sonucu açığa çıkar.
- D) Füzyon ağır bir çekirdeğin daha küçük iki çekirdeğe bölünmesidir.
- E)

18) “Nükleer parçalanma reaksiyonlarında çekirdek parçalanarak enerji açığa çıkarken nükleer kaynaşma reaksiyonlarında dışarıdan enerji alınır, dışarıya enerji verilmez.” ifadesi hakkında ne düşünüyorsunuz?

A) Doğru bir ifadedir B) Yanlış bir ifadedir.

Seçtiğiniz cevabın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Nükleer parçalanma ve nükleer kaynaşma reaksiyonları sonucunda eşit miktarda enerji açığa çıkar.
- B) Nükleer parçalanma reaksiyonlarında enerji açığa çıkmaz aksine çekirdeği parçalamak için dışarıdan enerji verilmesi gerekir.
- C) Her iki olayda da enerji açığa çıkar. Ancak nükleer kaynaşma reaksiyonlarında açığa çıkan enerji nükleer bölünme reaksiyonlarına kıyasla daha büyüktür.
- D) İki çekirdeğin birleşmesi için dışarıdan alınan tüm enerji kullanıldığından nükleer kaynaşma reaksiyonlarında enerji açığa çıkmaz.
- E)

EK 4: KAVRAMSAL DEĞİŞİM METİNLERİ

Radyoaktif bir maddenin radyoaktiflik özelliğini yok etmemiz mümkün mü?

Bazı öğrenciler radyoaktif bir maddenin fiziksel veya kimyasal bir takım işlemler ile radyoaktiflik özelliğinin ortadan kaldırılabileceğini düşünüyorlar.

Ancak bu öğrenciler bir maddenin radyoaktiflik özelliğinin ortadan kaldırılması hakkında yanlış veya eksik bilgilere sahiptirler.

Kendiliğinden ışıma yapabilen maddeler radyoaktif maddelerdir. Radyoaktif maddeler kuvvetli birer enerji kaynağıdır. Radyoaktif maddeler bu enerjiyi kendiliğinden yayınlarlar ve bu olayı hiçbir şekilde durdurmak mümkün değildir.

Radyoaktiflik olayı çekirdek yapıları kararsız olan elementlere özgü bir olay olup doğrudan doğruya çekirdeğin kendi doğal yapısı ile ilgilidir. Radyoaktiflik özelliği atomun çekirdeğindeki durumlara bağlı olduğundan fiziksel veya kimyasal yöntemlerle ortadan kaldırmak mümkün değildir. Fiziksel veya kimyasal değişiklikler maddenin çekirdek yapısını değiştirmez ve çekirdek yapısı korunur. Sonuç olarak çekirdek hala kararsız bir yapıya sahip olacağı için radyoaktiflik özelliği değişmez.

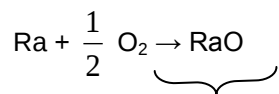
Radyoaktif bir atom radyoaktif olmayan bir atom ile bileşik oluşturursa oluşan yeni madde radyoaktif olur mu?

Bazı öğrencilere göre radyoaktif bir atom radyoaktif olmayan bir atom ile bileşik oluşturursa oluşan yeni madde artık radyoaktif değildir.

Bu doğru değildir. Radyoaktiflik çekirdek yapısıyla ilişkilidir. Radyoaktif bir atom hangi bileşiğin yapısına girerse, o bileşiği radyoaktif yapar.

Kimyasal tepkimeler atomda, elektron düzeylerinde meydana gelmektedir. Dolayısıyla kimyasal tepkimeler çekirdeğin yapısını değiştirmez ve oluşan bileşik de radyoaktif olur. Örneğin;

${}_{88}\text{Ra} \Rightarrow$ Radyoaktif bir elementtir.



Radyoaktif bir bileşiktir.

Doğal radyoaktif maddeler mi yoksa yapay radyoaktif maddeler mi daha zararlıdır?

Bazı öğrenciler doğal radyoaktif maddelerin yapay radyoaktif maddelerden daha zararlı olduğunu, bazıları ise yapay radyoaktif maddelerin doğal radyoaktif maddelerden daha zararlı olduğunu düşünmektedirler.

Ancak bu öğrenciler doğal ve yapay radyoaktif maddelerin insanlara zararları hakkında yanlış veya eksik bilgilere sahiptirler. Radyoaktif maddelerin zarar derecesi maddenin doğal ya da yapay olmasına bağlı değildir.

Radyoaktif maddeler genel olarak iki grupta sınıflandırılır. Doğada bulunan kararsız çekirdekler doğal radyoaktif maddeleri, laboratuarda çekirdek reaksiyonlarının sonucunda elde edilen çekirdekler ise yapay radyoaktif maddeleri oluştururlar.

Doğal ve yapay radyoaktif maddelerin tamamı çevreye radyoaktif ışınlar yaymaktadır. Gerek doğal olsun gerekse yapay olsun bütün radyoaktif maddeler insanlara yayınladıkları radyoaktif ışınlar ile zarar verirler. Zararın derecesi maruz kalınan radyoaktif ışının dozuna, radyoaktif ışının tipi ile enerjisine ve geçtikleri ortamın özelliklerine bağlıdır. Zararın derecesini radyoaktif maddenin doğal yada yapay olması etkilemez.

Örneğin hücre içindeki moleküllerin çoğunu etkileyerek hücre yapısını tümü ile tahrip edebilen yüksek enerjili ışınlar en çok zarar veren ışınlardır. Radyoaktif ışın yüksek dozlarda alındığında ise hücreleri daha fazla etkiler.

Sonuç olarak radyoaktif ışın yayan yapay ve doğal radyoaktif maddelerin ikisi de zararlıdır ve bu zararın derecesi yayınlanan radyoaktif ışının özelliklerine bağlıdır.

Radyoaktif maddelerin yarılanma süresi nelere bağlıdır?

Bazı öğrenciler radyoaktif maddelerin yarılanma süresinin maddenin fiziksel veya kimyasal haline bağlı olarak değişebileceğini düşünüyorlar.

Ancak bu öğrencilerin düşünceleri doğru değildir. Radyoaktif bir maddenin yarılanma süresi sadece atomun cinsine bağlıdır.

Radyoaktif bir maddenin herhangi bir anda mevcut olan miktarının yarısının bozunması için geçen süreye yarılanma süresi denir. Radyoaktif bozunma ise bir atom çekirdeğinin α parçacığı, β parçacığı, γ -ışını veya başka herhangi bir parçacık yayınlanması olayıdır. Bozunma olayı tamamen atomun çekirdeğinde meydana gelir. Maddenin fiziksel veya kimyasal özelliklerindeki değişiklikler atomun yapısını değiştirebilir ancak çekirdeğin yapısını değiştirmez. Bu nedenle fiziksel veya kimyasal değişiklikler bozunma sürecini etkilemez.

Her element için yarılanma süresi farklı olup ayırt edici özellik olarak kullanılabilir. İzotop atomların dahi yarılanma süreleri birbirinden farklıdır.

Yarı ömrü kısa olan elementler kararsızdır ve bozunma hızları yüksektir.

Yarılanma süresi dış etkenlere bağlı değildir. Bozulan çekirdeğin yapısına (atomun cinsine) bağlıdır. Yarılanma süresi madde miktarına, sıcaklık ve basınç, maddenin fiziksel haline, bileşik halde olup olmamasına bağlı değildir.

Yarılanma süresi radyoaktif maddenin miktarına bağlı değildir. Madde miktarı arttıkça ışıma miktarı artar, yarılanma süresi (yarı ömür) değişmez.

Radyoaktivite olayı nedir?

Bazı öğrenciler kararsız atomların radyoaktivite olayı sonucunda son yörüngelerinden elektron salarak kararlı hale geçtiğini düşünüyorlar. Bu öğrenciler kararsız atom ile kararsız çekirdeğin aynı şeyi ifade ettiğini düşünüyorlar.

Bu öğrencilerin düşünceleri doğru değildir. Kararsız atomlar kararlı hale geçmek için elektron alma veya verme eğilimi gösterirler. Kararsız atom elektron alarak veya vererek kararlı hale geçer. Bu kimyasal bir olaydır ve bu olayı radyoaktivite olarak isimlendirmek tamamen yanlıştır. Radyoaktivite, kararsız atom çekirdeklerinin radyasyon salarak daha dengeli hale gelmeleri sürecidir. Kararsız atom çekirdekleri elektron değil radyasyon salarak daha kararlı hale geçerler.

Kararlı olmayan çekirdekler kendiliğinden daha kararlı ve daha düşük enerjili hale geçmek isterler. Çoğu zaman çekirdekler fazla enerjilerini, parçacıklar veya elektromanyetik radyasyon yayımlayarak harcarlar. Bu olaya radyoaktivite denir.

Bir canlı radyoaktif bir ışınım maruz kalırsa ne olur?

Bazı öğrenciler dış bir kaynaktan yayılan düşük enerjili radyoaktif ışınım maruz kalan bir canlının radyoaktif kaynaktan uzaklaşsa bile radyoaktif hale geleceğini ve çevresine radyasyon yayacağını düşünüyorlar.

Bu öğrencilerin düşünceleri doğru değildir. Canlı düşük enerjili radyoaktif ışınım maruz kaldığında hücre yapısı zarar görebilir. Hücrenin göreceği zararın derecesi ise maruz kalınan radyoaktif ışının dozuna, radyoaktif ışının tipi ile enerjisine bağlıdır. Ancak bu etki sonucunda canlı radyoaktif hale dönüşmez. Bir maddenin radyoaktif olabilmesi için kararlı olmayan bir çekirdek yapısına sahip olması gerekir. Kararlı olmayan bir çekirdek bir parçacık yada enerji vererek enerjisini azaltmakta ve kararlı hale geçmektedir. Canlı ancak çok yüksek enerjili radyoaktif ışınım maruz kalırsa belirli bir süreliğine radyoaktif hale dönüşerek ışımaya yapabilir. Dolayısıyla düşük enerjili radyoaktif ışınım maruz kalan canlının hücreleri zarar görebilir, ancak bu canlı radyoaktif hale dönüşmez ve çevresine radyasyon yaymaz.

Radyoaktif maddeler her zaman radyasyon yayar mı?

Bazı öğrenciler radyoaktif maddelerin her zaman radyasyon yaymayacağını düşünüyorlar. Onlar bazı radyoaktif maddelerin kendiliğinden bazı maddelerin ise dışarıdan bir etki sonucunda radyasyon yayacağına inanıyorlar.

Bu öğrencilerin düşünceleri doğru değildir. Bir maddenin atom çekirdeğindeki nötron sayısı proton sayısından büyükse bu madde kararsızdır. Kararlı hale gelebilmek için nötronlar alfa, beta, gama gibi çeşitli ışınlar yayarak parçalanırlar. Çevresine ışın saçan bu maddeler radyoaktif maddelerdir ve yayılan ışınlar ise radyasyondur. Radyoaktif maddeler herhangi bir dış etki olmadan kendiliğinden ve sürekli radyasyon yayar. Madde eğer radyasyon yaymayı bırakırsa atom çekirdeği kararlı hale geçmiş demektir. Atom çekirdeği kararlı hale geçmiş olan bir madde ise radyoaktif özelliğini kaybetmiştir ve onu radyoaktif madde olarak isimlendirmemiz yanlış olur.

Bütün radyasyon çeşitleri zararlı mıdır?

Bazı öğrenciler bütün radyasyon çeşitlerinin zararlı olduğunu düşünüyorlar. Onlara göre bunun nedeni bütün radyasyon çeşitlerinin kaynağının radyoaktif maddeler olması ve bütün radyasyon çeşitlerinin çok yüksek enerjiye sahip büyük dalga boylu ışınlar olması.

Oysa öğrencilerin bu düşünceleri doğru değildir. Radyasyon kelime anlamı itibariyle ışıınım demektir ve bütün ışıınmalar zararlı değildir.

Radyasyon veya ışıınım, elektromanyetik dalgalar veya parçacıklar biçimindeki enerji yayımı ya da aktarımıdır. "Radyoaktif maddelerin alfa, beta, gama gibi ışıınları yaymasına veya uzayda yayılan herhangi bir elektromanyetik ışıını meydana getiren unsurların tamamına da **Radyasyon** denir. Radyasyonun canlılara zarar verebilmesi başlıca dört faktöre bağlıdır. Bunlar; radyasyonun türü ve taşıdığı enerji, radyasyona maruz kalınan zaman, mesafe ve canlıların biyolojik özellikleridir.

İyonlaştırıcı radyasyon ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyon olmak üzere iki tür radyasyon vardır. Kızılötesi radyasyon; radyo dalgaları, cep telefonu ve mikrodalga fırın radyasyonları iyonlaştırıcı değildir ve kimyasal bağlar üzerine etkileri yoktur. Bunlar çok yoğun olduklarında dokularda ısınmaya yol açarlar. İyonlaştırıcı radyasyon ise kimyasal bağları etkilediği için çok zararlıdır ve kansere yol açabilir. X ışıınları, gama ışıınları ile alfa ve beta parçacıkları bunlara örnektir.

Örneğin çok yüksek enerjili olan radyoaktif ışıınlar, doğrudan canlı organizma üzerinden geçirildiklerinde, hücre içinde oluşturdıkları iyon ve radikallerle, o hücrenin normal çalışma işlevini etkileyebilir.

Alfa, Beta ve Gama ışıınları insan sağlığına zararı tartışılmazdır. X ışıınlarının da insan sağlığına zararlı olduğu bilinir.

Ancak görünür ışıık direkt olarak göze (retinaya) ve çok yüksek şiddette uygulanmadığı sürece bir zararı bilinmemektedir, Tam aksine çevremizi görebilmek için görünür ışıığa ihtiyacımız vardır. Görünür ışıık "Zararsız ışıınım" sınıfına girmektedir.

Sonuç olarak bütün radyasyon türlerinin zararlı olduğunu söylemek doğru değildir. Radyasyonun zararlı olup olmadığını belirleyen en önemli faktör ise radyasyonun türü ve taşıdığı enerjidir.

α ışıması nasıl meydana gelir? Radyoaktif bir atom α ışıması yaparsa ne olur?

Bazı öğrenciler α ışımasının ancak çekirdeğe dışarıdan bir etki sonucu gerçekleşeceğini düşünmektedir. Ancak bu öğrencilerin düşünceleri doğru değildir. Alfa ışıması kendiliğinden meydana gelmektedir.

Bazı öğrencilere göre radyoaktif bir atom α ışıması yaparsa atomun özelliklerinde hiçbir değişiklik olmaz. Ancak bu öğrencilerin düşünceleri de doğru değildir. α ışıması yapan bir atom farklı bir elemente dönüşür. Bu öğrenciler α ışımasının nasıl gerçekleştiğini tam olarak kavrayamadıkları için bu düşüncelere sahiptirler.

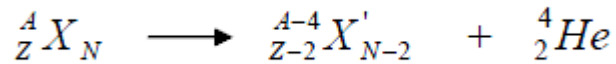
Radyoaktif bir çekirdek kendiliğinden üç tür ışıma gerçekleştirir. Bunlar; alfa, beta ve gamma ışımalarıdır.

Alfa bozunması Coulomb etkisinin bir sonucudur. Kütle numarası büyük çekirdeklere, itici Coulomb kuvveti çekirdeğin bağlanma kuvvetinden daha hızlı artar. Coulomb kuvveti Z^2 , bağlanma kuvveti ise A ile orantılı olarak artar. Kararlı hale ulaşmaya çalışan çekirdekteki pozitif yük miktarı azalmalıdır. Bu azalma için çekirdek α -parçacığı yayınlamayı tercih eder. Çünkü α yayınlaması için çekirdek dışarıdan enerji almaya gerek duymaz, bozunma kendiliğinden gerçekleşir.

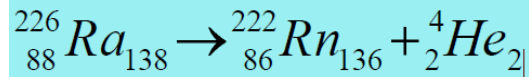
Çekirdeğin kararsızlığı hem proton hem de nötron fazlalığından ileri gelen kararsız bir çekirdek alfa ışıması yaparak kararlı hale geçer.

Rutherford alfa parçacığının gerçekte ${}^4_2\text{He}$ çekirdeği olduğunu göstermiştir.

Alfa ışıması yapan bir element iki nötron ve iki protondan meydana gelen , +2 yüklü bir Helyum çekirdeği yayar. Bu ışıma sonucunda, proton ve nötron sayıları 2 şer birim azalır.



Sonuçta α ışıması yapan bir atomun çekirdeğindeki proton sayısı azalır ve atom farklı bir elemente dönüşür. Örneğin;



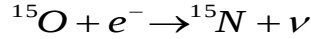
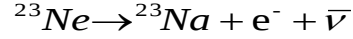
Kararsız ${}^{226}\text{Ra}$ çekirdeği α ışıması yaparak ${}^{222}\text{Rn}$ elementine dönüşür.

Beta bozunmasında çekirdekten elektron ve pozitron yayınlanır mı?

Çekirdeğin içerisinde elektron ve pozitron olmadığını bilen bazı öğrenciler bu sorunun yanıtını hayır olarak cevaplamaktadır. Onlar çekirdekte yer almayan elektron ve pozitronun yayınlanmasının mümkün olmayacağını düşünmektedir. Oysaki bu düşünceleri yanlıştır.

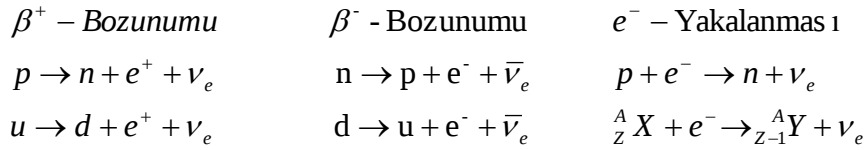
Beta bozunmasında elektron ve pozitron bozunma anında çekirdeğin durgun (bağlanma) enerjisinden oluşur ve yayınlanır.

Üç çeşit beta bozunması vardır. Bunlar elektron (β^-) yayınlanması, pozitron (β^+) yayınlanması ve elektron yakalanması (EC) işlemleridir. Bu işlemlere örnek olarak aşağıdakileri verebiliriz.



Pozitronlar yük miktarı ve büyüklükleri bakımından elektronlarla aynı olan ancak pozitif yük taşıyan anti parçacıklardır. Bir radyoaktif çekirdek beta bozunumu yaptığında, ürün çekirdek, ana çekirdekle aynı sayıda nükleon içerir. Bozunma sırasında nükleon sayısı değişmezken, yük miktarları bir birim değişir.

Beta bozunmasına uğrayan bir elementin çekirdeğinde ya nötron protona dönüşür, ya da proton nötrona dönüşür. Bu bozunmalarda, çekirdekte bulunmayan elektron veya pozitron yayınlanır. Bunlar, bozunma anında, bozunan çekirdeğin durgun enerjisinden oluşturulur.



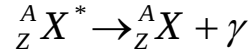
Alfa parçacıklarının çekirdeğin içinde önceden bulundukları düşünülürken, beta bozunmasında ortaya çıkan elektron ve pozitronun bozunma anında üretildiği düşünülmektedir. Beta yayınlanmasında ortaya çıkan elektron, aslında çekirdek içerisindeki bir nötronun bir protona dönüşmesi olayıdır.

Gama ışınlarının kütlesi var mıdır? Radyoaktif bir atom gama ışıması yaparsa ne olur?

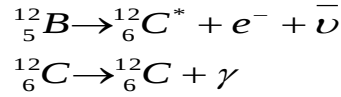
Bazı öğrenciler alfa ve beta ışınları gibi gamma ışınlarının da kütlesi olacağını düşünüyorlar. Hâlbuki bu düşünceleri doğru değildir. Gama ışınları durgun kütlesi sıfır olan elektromanyetik dalgalarıdır.

Öğrencilerin gamma ışıması ile ilgili bir diğer yanılgısı ise gama ışıması yapan bir atomun başka bir elemente dönüşeceğini düşünmeleridir. Oysa öğrencilerin bu düşünceleri de doğru değildir. Gamma ışıması yapan atom başka bir elemente dönüşmez.

Gama ışınlarının kaynağı atomun çekirdeğidir. Radyoaktif bozunum yapmış çekirdek, genellikle, uyarılmış enerji seviyesinde kalır. Bu durumdaki çekirdek ikinci bir bozunum ile bir foton yayınlamaya daha düşük enerji seviyesine veya taban enerji seviyesine düşer. Bu şekilde, çekirdeğin uyarılmış enerji seviyesinden taban enerji seviyesine düşerken yayınladığı fotonlara gama ışını denir.



Gamma ışınları, görünür ışık enerjisine göre çok yüksek enerjiye sahiptirler. Bir çekirdek gamma ışını yayınlamaya başladığında çekirdekteki değişim sadece, bulunduğu yüksek enerji seviyesinden daha düşük bir enerji seviyesine düşmesidir. Gamma ışıması sonucu atomun kütle ve atom numarası değişmez. Gamma bozunumunun meydana geldiği tipik bir olay aşağıda verilmiştir.



Gamma ışıması yapan atomun kütle ve atom numarası değişmediği için atom başka bir elemente dönüşmez.

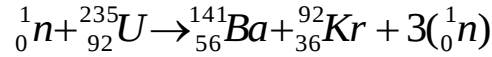
Gama ışınları elektromanyetik spektrumda en kısa dalga boylu ve en fazla enerjili dalga tipidir. Kütleleri yoktur ve yüksüzdürler, dolayısı ile elektrik ve manyetik alanda saptırılamazlar, yüksek enerjilerinden dolayı madde içerisinde yol alabilirler, ışık hızı ile yayılırlar ve gazları iyonlaştırıcı özellikleri vardır. Eğer gamma ışınlarının kütlesi olsaydı gama ışıması yapan atomun kütle numarası değişir ve atom başka bir elemente dönüşürdü. Oysa gama ışıması yapan bir atomun kütle numarası değişmez ve atom başka bir elemente dönüşmez.

Fisyon ve Füzyon reaksiyonları nasıl gerçekleşir?

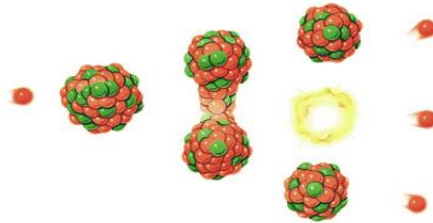
Bazı öğrenciler Fisyon ve Füzyon kavramlarını karıştırmaktadır. Bu öğrenciler Fisyonu birleşme reaksiyonu, Füzyonu ise parçalanma reaksiyonu olarak tanımlamaktadır. Ayrıca bu öğrenciler parçalanma reaksiyonlarında enerji açığa çıkması gerçeğinden hareketle, birleşme reaksiyonlarının gerçekleşmesi içinde dışarıdan enerji verilmesi gerektiğini düşünmektedir.

Bu öğrencilerin düşünceleri doğru değildir. Fisyon parçalanma Füzyon ise iki hafif çekirdeğin daha ağır bir çekirdek oluşturmak için birleşmesidir. Öğrencilerin birleşme reaksiyonlarının gerçekleşmesi için dışarıdan enerji verilmesi gerektiği düşünceleri de doğru değildir. Her iki olayda da enerji açığa çıkar. Ancak nükleer kaynaşma reaksiyonlarında açığa çıkan enerji nükleer bölünme reaksiyonlarına kıyasla daha büyüktür.

Fisyon, $^{235}_{92}\text{U}$ gibi ağır bir çekirdeğin, daha küçük iki küçük çekirdeğe bölünmesi ve bu bölünme sonucunda ortaya yüksek bir enerji çıkması olayıdır.

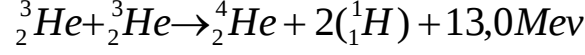
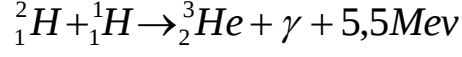
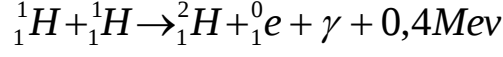


Uranyum çekirdeği nötronlar ile bombardıman edilir. Çekirdek çok kısa sürede nötronlar tarafından uyarılır ve ^{236}U atomu oluşur. Uranyum çekirdeğine giren nötron atom çekirdeğinin küresel simetrisini bozar ve yassı bir yapıya dönüştürür. Bu arada, çekirdek içerisinde denge halinde olan itici Coulomb kuvveti ile çekici güçlü çekirdek kuvvetleri arasındaki denge bozulur. Bunun sonucu olarak çekirdek birkaç nötron yayınlarak yaklaşık aynı büyüklükte iki parçaya ayrılır.

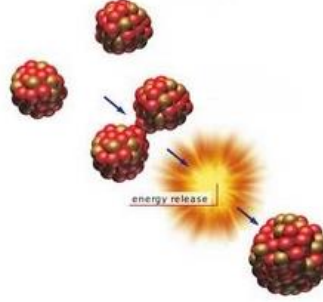


Fisyon reaksiyonlarında ürün çekirdeklerin toplam kütlesi, ilk durumdaki ana çekirdeğin kütlesinden daha azdır. Kütleler arasındaki bu fark Einstein'in kütle-enerji ilişkisi ($E=mc^2$) dikkate alınarak c^2 ile çarpıldığında bize bölünme sırasında açığa çıkan enerjinin sayısal değerini verir. Fisyon reaksiyonlarında enerji açığa çıkar, çünkü bölünme sonucu oluşan çekirdeklerdeki her bir nükleonun bağlanma enerjisi, bölünmeden önceki çekirdeğin nükleonlarının bağlanma enerjisinden daha büyüktür.

Füzyon, iki hafif çekirdeğin daha ağır ve kararlı bir çekirdek oluşturmak için birleşmesi olayıdır. Füzyon reaksiyonları zincirleme oluşur.



Füzyon olayı sonucu oluşan çekirdeğin kütlesi, başlangıçtaki çekirdeklerin kütleleri toplamından daha küçüktür. Yani bir kütle kaybı söz konusudur. Bu kütle kaybı fisyon olayındakine benzer şekilde karşımıza enerji olarak çıkar. Füzyon olayında da fisyon olayı gibi enerji açığa çıkmaktadır.



Ancak Füzyon reaksiyonları sonucu açığa çıkan enerji Fisyon reaksiyonları sonucu açığa çıkan enerjiden daha fazladır.

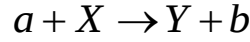
Füzyon reaksiyonları Güneş'te her an gerçekleşmektedir. Ancak Füzyon olayını yeryüzünde gerçekleştirebileceğimiz bir düzenek henüz yoktur. Çünkü birleştirmek istediğimiz çekirdekler pozitif elektrik yükü taşımaktadır. Bu çekirdekleri birbirlerine yaklaştırmak istersek çok şiddetli bir şekilde birbirlerini iterler. Birleşme olayını sağlayabilmemiz için aralarındaki bu itme kuvvetini yenebilecek büyüklükte bir kuvveti oluşturmamız gerekir. Bunun için çok büyük enerjiye ihtiyacımız vardır. Bu enerji, olağanüstü bir sıcaklığa eşdeğerdir. Bu sıcaklığın kullanılabileceği düzeneği hazırlamamız ise henüz mümkün değildir.

Çekirdek reaksiyonları nasıl gerçekleşir? Çekirdek reaksiyonlarında kütle korunur mu?

Bazı öğrenciler çekirdek reaksiyonlarının çekirdeğin kendiliğinden ışıma yapması ile gerçekleştiğini düşünmektedir. Öğrenciler burada yanılmaktadır. Çekirdek reaksiyonları kendiliğinden gerçekleşmez.

Bazı öğrenciler ise çekirdek reaksiyonlarında tıpkı kimyasal reaksiyonlarda olduğu gibi kütlelerin korunacağına inanmaktadır. Öğrencilerin bu düşüncesi de doğru değildir. Kimyasal reaksiyonlarda kütle korunur ama çekirdek reaksiyonlarında kütle korunmaz. Kütle ve enerji toplamı birlikte korunur.

Çekirdeğin enerjik (proton, elektron, nötron gibi) parçacıklarla bombardıman edilerek kimliğinin ve özelliklerinin değiştirildiği çarpışmalara çekirdek reaksiyonları denir. Bir X çekirdeği a parçacığı ile bombardıman edilirse sonuçta bir Y çekirdeği ve bir b parçacığı oluşur.



Çekirdek reaksiyonu sonucu enerji açığa çıkar. Bu enerjinin kaynağı reaksiyona giren ve çıkan maddelerin toplam kütleleri arasındaki farktır. Einstein'ın Kütle-Enerji eşdeğerliği ($E=mc^2$) ile bu enerji hesaplanabilir. Bir çekirdek reaksiyonun Q reaksiyon enerjisi, reaksiyon sonucunda açığa çıkan toplam enerji olarak tanımlanır.

$$Q = (M_a + M_X - M_Y - M_b)c^2$$

Q değeri pozitif olan bir reaksiyona ekzotermik(ısıveren), Q değeri negatif olan bir reaksiyona ise endotermik(ısııalan) reaksiyon denir. Sonuç olarak çekirdek reaksiyonlarında kütlelerin bir kısmı enerjiye dönüşmektedir ve kütle korunmamaktadır.

EK-5: BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÖĞRETİM MATERYALİNDE KULLANILAN RESİM, ANİMASYON VE SİMÜLASYONLARIN WEB ADRESLERİ

<http://particleadventure.org/swf/rontgen.swf> Web adresinden 12 Ocak 2012 tarihinde edinilmiştir.

<http://particleadventure.org/swf/atom-decay.swf> Web adresinden 13 Ocak 2012 tarihinde edinilmiştir.

http://www.odec.ca/projects/2003/tingl3l/public_html/abqxr.htm Web adresinden 13 Ocak 2012 tarihinde edinilmiştir.

<http://mrhardy.wikispaces.com/file/view/Radioactivity.swf> Web adresinden 10 Ocak 2012 tarihinde edinilmiştir.

<http://www.csun.edu/~jte35633/chemFlash/nuclear.swf> Web adresinden 11 Ocak 2012 tarihinde edinilmiştir.

<http://www.chem.ox.ac.uk/vrchemistry/Conservation/movies/page251.swf> Web adresinden 15 Ocak 2012 tarihinde edinilmiştir.

<http://resources.edb.gov.hk/fwl/itedu/phys/radioactivity/ra2.swf> Web adresinden 15 Ocak 2012 tarihinde edinilmiştir.

<http://resources.edb.gov.hk/fwl/itedu/phys/radioactivity/ra3.swf> Web adresinden 15 Ocak 2012 tarihinde edinilmiştir.

<http://resources.edb.gov.hk/fwl/itedu/phys/radioactivity/ra6.swf> Web adresinden 15 Ocak 2012 tarihinde edinilmiştir.

<http://resources.edb.gov.hk/fwl/itedu/phys/radioactivity/ra7.swf> Web adresinden 15 Ocak 2012 tarihinde edinilmiştir.

<http://www.taek.gov.tr/images/stories/resimler/movie022.swf> Web adresinden 15 Ocak 2012 tarihinde edinilmiştir.

<http://www.taek.gov.tr/images/stories/resimler/movie022.swf> Web adresinden 15 Ocak 2012 tarihinde edinilmiştir.

<http://www.taek.gov.tr/images/stories/resimler/movie023.swf> Web adresinden 09 Ocak 2012 tarihinde edinilmiştir.

http://glencoe.com/sec/science/earthscience/2007/concept_motion/animated_art/AlphaDecay21_13.swf Web adresinden 09 Ocak 2012 tarihinde edinilmiştir.

http://glencoe.com/sec/science/physics/ppp_09/animation/Chapter%2030/Beta%20Decay.swf Web adresinden 09 Ocak 2012 tarihinde edinilmiştir.

http://www.chem.ox.ac.uk/vrchemistry/Conservation/movies/Li_B-emission.swf Web adresinden 17 Ocak 2012 tarihinde edinilmiştir.

http://www.chem.ox.ac.uk/vrchemistry/Conservation/movies/Be_e-capture.swf Web adresinden 17 Ocak 2012 tarihinde edinilmiştir.

http://intranet.cramlingtonlv.co.uk/scienceweb/GCSE/cd/waves/gamma_rad.swf Web adresinden 17 Ocak 2012 tarihinde edinilmiştir.

http://www.kapiticollege.school.nz/ClassWebs/SciWeb/Physics/Level_2/nucdecay.swf Web adresinden 21 Ocak 2012 tarihinde edinilmiştir.

http://members.shaw.ca/e.burak/Ch07/radioactive_decay.swf Web adresinden 22 Ocak 2012 tarihinde edinilmiştir.

<http://www.sd84.k12.id.us/SHS/Departments/Science/martz/PhysicalScience/FLASH/PhysicsSciRadioactiveDecay.swf> Web adresinden 22 Ocak 2012 tarihinde edinilmiştir.

http://chemconnections.org/general/movies/html_swf/nuclearparticles.swf Web adresinden 22 Ocak 2012 tarihinde edinilmiştir.

http://www.jlab.org/div_dept/train/online_courses/rad_worker1/mod1_les1.swf Web adresinden 22 Ocak 2012 tarihinde edinilmiştir.

http://www.erguven.net/medya/X_isinlari.swf Web adresinden 23 Ocak 2012 tarihinde edinilmiştir.

http://www.erguven.net/medya/X_isini_Madde_etkilesimi.swf Web adresinden 23 Ocak 2012 tarihinde edinilmiştir.

http://highered.mcgraw-hill.com/sites/dl/free/0072828358/232416/3_2thesun.swf Web adresinden 02 Şubat 2012 tarihinde edinilmiştir.

<http://www.helpmyphysics.co.uk/alphabetagamma.swf> Web adresinden 4 Şubat 2012 tarihinde edinilmiştir.

<http://www.pc.maricopa.edu/Biology/rcotter/Title%205%20Files/GeneticsLB/mutagens.swf> Web adresinden 10 Şubat 2012 tarihinde edinilmiştir.

http://uccpbank.k12hsn.org/courses/APEnvironmentalScience/course%20files/multimedia/lesson02/animations/2a_Nuclear_Fission.swf Web adresinden 12 Şubat 2012 tarihinde edinilmiştir.

<http://www.chem.ox.ac.uk/vrchemistry/Conservation/movies/fission.swf> Web adresinden 14 Şubat 2012 tarihinde edinilmiştir.

http://www.kscience.co.uk/animations/fusion_final.swf Web adresinden 14 Şubat 2012 tarihinde edinilmiştir.

http://ippex.pppl.gov/interactive/Quest%20for%20New%20Energy_final_5.swf Web adresinden 15 Şubat 2012 tarihinde edinilmiştir.

http://mail.powerhouseanimation.com/gallery/projectArchive/publishers-resource-group/prg_fission.swf Web adresinden 15 Şubat 2012 tarihinde edinilmiştir.

<http://www.furryelephant.com> Web adresinden 03 Mart 2012 tarihinde edinilmiştir.

<http://www.furryelephant.com/content/radioactivity/teaching-learning/> Web adresinden 03 Mart 2012 tarihinde edinilmiştir.

<http://www.furryelephant.com/player.php?subject=physics&jumpTo=re> Web adresinden 03 Mart 2012 tarihinde edinilmiştir.

<http://phet.colorado.edu/tr/simulations/category/physics> Web adresinden 04 Mart 2012 tarihinde edinilmiştir.

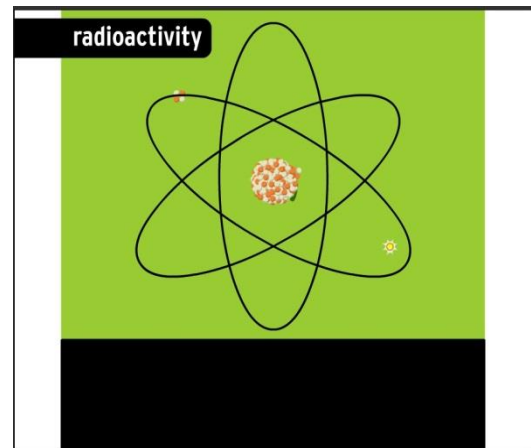
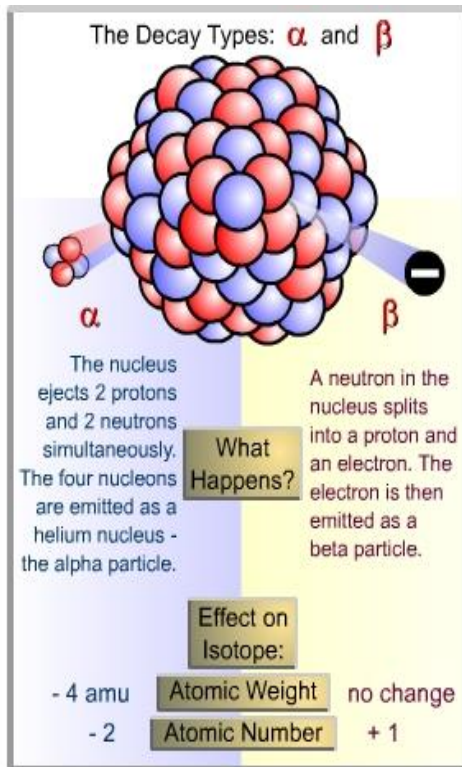
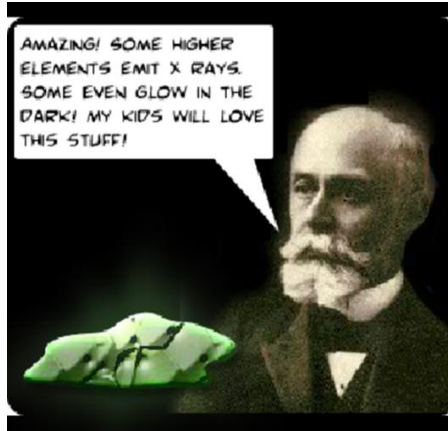
<http://phet.colorado.edu/tr/simulation/alpha-decay> Web adresinden 04 Mart 2012 tarihinde edinilmiştir.

<http://phet.colorado.edu/tr/simulation/beta-decay> Web adresinden 04 Mart 2012 tarihinde edinilmiştir.

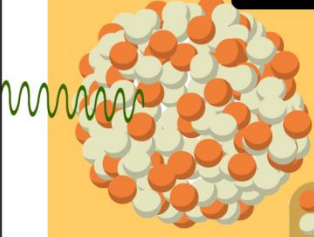
<http://phet.colorado.edu/tr/simulation/radioactive-dating-game> Web adresinden 04 Mart 2012 tarihinde edinilmiştir.

<http://phet.colorado.edu/tr/simulation/nuclear-fission> Web adresinden 04 Mart 2012 tarihinde edinilmiştir.

EK-6: BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÖĞRETİM MATERYALİNDE KULLANILAN RESİM, ANİMASYON VE SİMÜLASYONLARIN ÖRNEK EKRAN GÖRÜNTÜLERİ

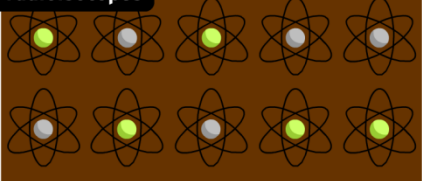


unstable (radioactive)



protons:	91
neutrons:	143
Total	234

radioisotopes



● **Uranium-238**
● **Thorium-234**

 **4.5 billion years**
half-life

alpha particle (α)

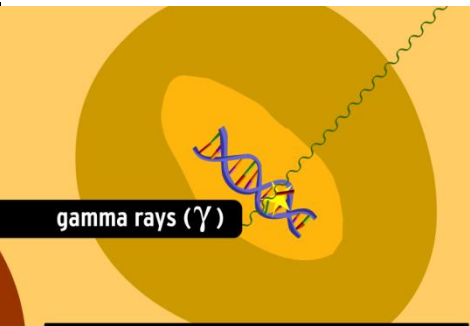


beta particle (β)



gamma rays (γ)





gamma rays (γ)

Chem Flash Cards

Nuclear Reactions
Changes in the Nucleus
1

When a chemical reaction takes place, for example between sodium metal and chlorine gas, electrons are rearranged to form a new product. With nuclear reactions, however it is the nucleus that is modified. This means that the number of protons and neutrons changes. Many nuclear reactions transform one element into another.

proton

neutron

Periodic Table

$^{95}_{38}\text{Sr}$

$^{139}_{54}\text{Xe}$

^1_0n

^1_0n

$$^{235}_{92}\text{U} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^{139}_{54}\text{Xe} + ^{95}_{38}\text{Sr} + 2^1_0\text{n}$$

glossary replay previous
next mute pause

© 2004 John Erickson

Chem Flash Cards

Nuclear Reactions
Protons and Neutrons
4

Sometimes nuclear reactions involve single protons or neutrons. These individual particles have their own unique symbols. The symbol chosen for a proton is logically a lower case "p" and the letter "n" is for the neutron. A proton has an atomic number one and a mass number one. A neutron has an atomic number zero and a mass number one.

Nucleus:

Name:

Symbol:



proton

^1_1p



neutron

^1_0n

glossary replay previous
next mute pause

© 2004 John Erickson

Chem Flash Cards

Nuclear Reactions

Three Types of Radiation

Nuclear reactions commonly emit alpha, beta, or gamma radiation. The alpha particle is a relatively large, slow-moving particle made of two protons and two neutrons with a low penetrating ability. Beta particles are electrons emitted from the nucleus. These have a higher penetrating ability. Gamma radiation is a form of energy, not matter and it has the highest penetrating power.

alpha

 ${}^4_2\alpha$

beta

 ${}^0_{-1}\beta$

gamma

 ${}^0_0\gamma$

glossary replay previous © 2004 John Erickson next mute pause

Chem Flash Cards

Nuclear Reactions

Alpha Decay

A large nucleus such as polonium-218 can be made smaller by undergoing an alpha decay. Polonium-218 has 84 protons and 134 neutrons. It gives off an alpha particle, creating a new nuclide with 82 protons and 132 neutrons. The name of the atom produced in this reaction is lead-214.

nucleus:

82 protons
132 neutrons
lead-214

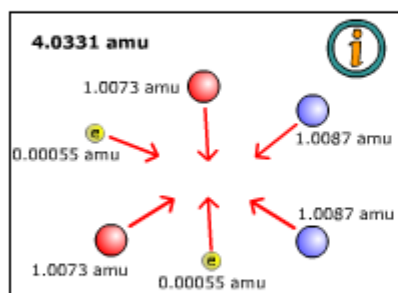
2 protons
2 neutrons
alpha

equation: ${}^{218}_{84}\text{Po} \rightarrow {}^{214}_{82}\text{Pb} + {}^4_2\alpha$

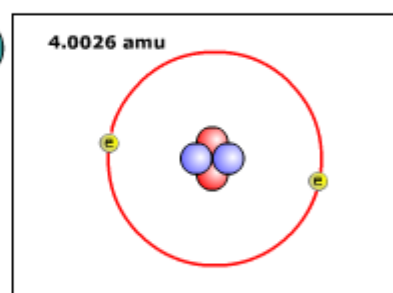
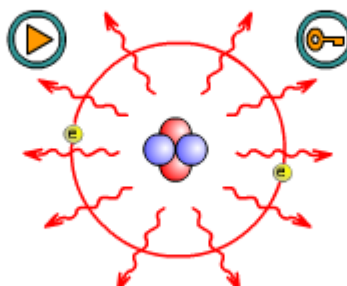
[quiz yourself]

glossary replay previous © 2004 John Erickson next mute pause

MASS LOSS AND BINDING ENERGY



2p, 2n, and 2e together have a mass of 4.0331 amu



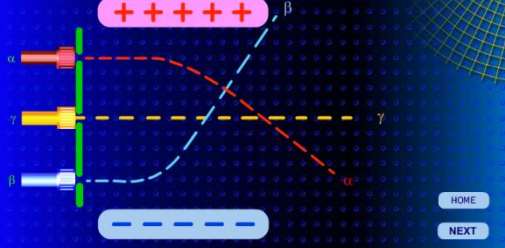
${}^4_2\text{He}$ atom is 0.0305 amu lighter than its components

Radioactivity
Three Types of Radiation

1. Alpha α =  Helium Particle He^{++}
2. Beta β =  Electron e^-
3. Gamma γ =  Electromagnetic Wave

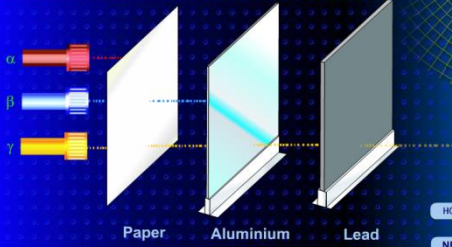
HOME NEXT

Radioactivity
Deflection in Electric Field

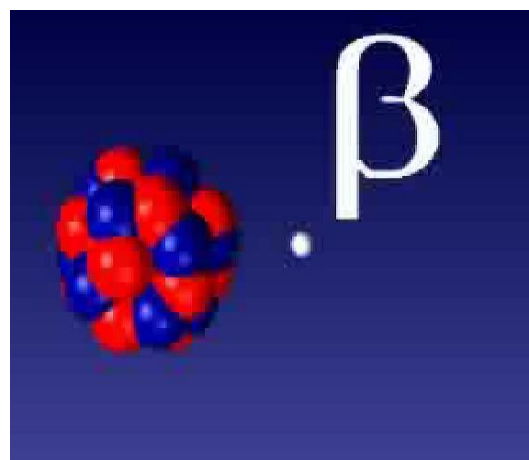


HOME NEXT

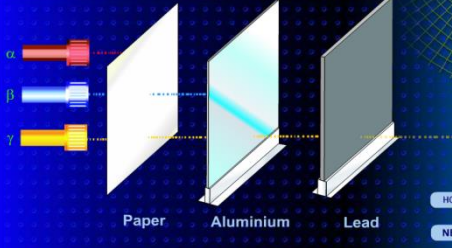
Radioactivity
Penetrating Power



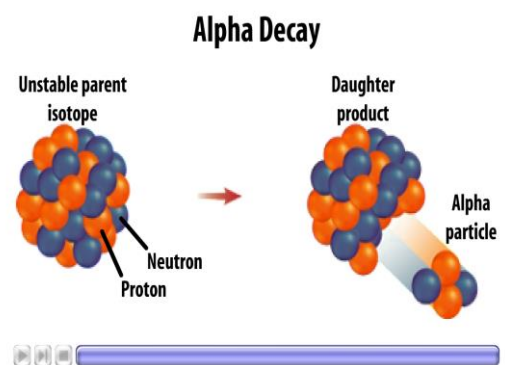
HOME NEXT

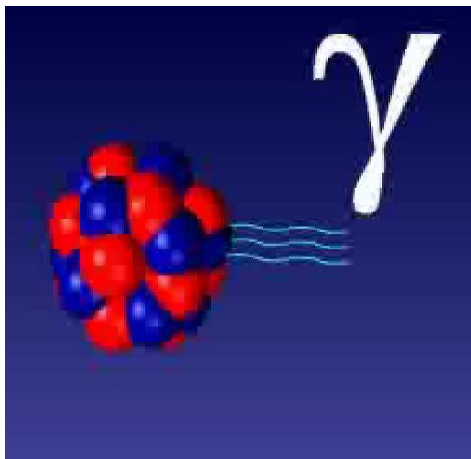
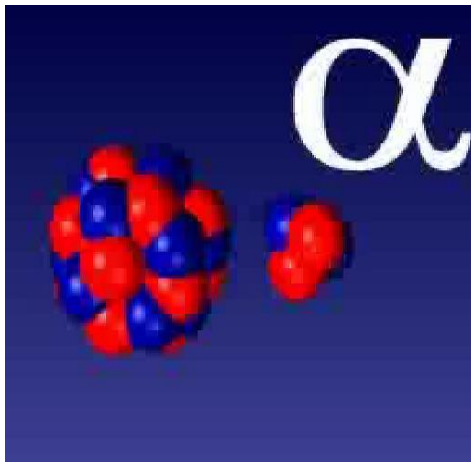


Radioactivity
Penetrating Power

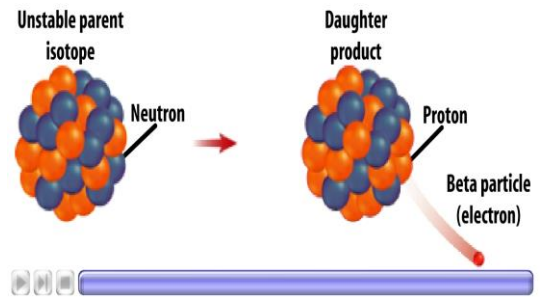


HOME NEXT





Beta Decay

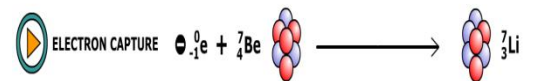
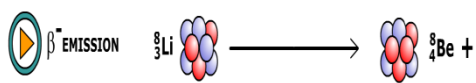


Photon
(gamma particle)

He-3

Gamma decay occurs because the nucleus is at too high an energy. The nucleus falls down to a lower energy state and, in the process, emits a high energy photon known as a gamma particle.

Repeat



Nuclear Decay

Beta decay

emission of beta particles (β -particles), high energy electrons, ${}^0_{-1}\text{e}$, formed when a neutron decomposes into a proton and an electron, often accompanied by gamma radiation

Carbon -14, ${}^{14}_6\text{C}$, is a beta emitter

number of protons = $6 + 1 = 7$

number of neutrons = $14 - 6 = 8$

${}^{14}_7\text{N}$

β^- -particle
 ${}^0_{-1}\text{e}$

Radioactive Decay



$\alpha \quad \beta \quad \gamma$

Alpha, Beta and Gamma Particles

What is Radioactivity?

${}^{234}_{90}\text{Th} \rightarrow {}^{234}_{91}\text{Pb} + {}^0_{-1}\text{e}$

Balancing Nuclear Equations

Select a topic by Clicking on an icon

© 2006 Province of BC

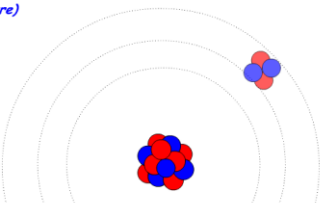
Radioactivity: energy/particles emitted due to a decay/change in the nucleus
For best visual results, press buttons in order from top to bottom

-  **alpha decay** The alpha particle is two protons and two neutrons, essentially the nucleus of a He atom. Thus the parent atom becomes a new atom since atom type is defined by proton number.
-  **beta decay**
-  **gamma decay**
-  **positron emission**
(e^- capture)
-  **Reset**

Nucleus -

$P^+ = 13$

$N^0 = 16$

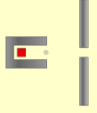


Red = Proton

Blue = Neutron

Nuclear Particles

Radiation Source
(Lead-210)



Electric Field

Shutter: ● open, ○ closed

Electric Field: ○ on, ● off

Screen



Navigation icons: back, pause, play, slider

Nuclear Decay

Alpha decay

emission of charged alpha particles (α -particles) consisting of 2 protons and 2 neutrons, ${}^4_2\text{He}$, often accompanied by gamma radiation

Uranium-238, ${}^{238}_{92}\text{U}$, is an alpha emitter

number of protons = $92 - 2 = 90$

number of neutrons = $238 - 92 = 146 - 2 = 144$

${}^{234}_{90}\text{Th}$

α -particle
 ${}^4_2\text{He}$

Atoms

STABLE UNSTABLE

14 Neutrons 13 Electrons 15 Neutrons

13 Protons

Isotope - Aluminum-27 Isotope - Aluminum-28

13 Protons + 14 Neutrons = 27 13 Protons + 15 Neutrons = 28

Atoms may be either stable or unstable.
The ratio of protons to neutrons in the nucleus of the atom determines its stability.

Mod I Les I
500 5 of 14

The Interaction of X-rays With Matter

Description of This Interaction

Choose the Type of the Next Interaction:

- Photoelectric Effect
- Compton Effect
- Pair Production

Copyright © 2004 David M. Harrison

Ionization and Ionizing Radiation

Radioactive Material

Ionization is the process of removing electrons from atoms.
Ionization results in the formation of ions, or charged particles.
Radiation which has enough energy to cause ionization is called ionizing radiation.

More information on ionizing radiation appears in Module I, Lesson 4.

Mod I Les I
580 7 of 14

Radioactivity & Radioactive Material and Decay

Radioactivity is the process of unstable atoms becoming stable.
Radioactivity is also termed radioactive decay, although the atoms do not actually decay; their structure simply changes.
As the atoms change, fewer unstable atoms become available, thereby slowing the rate of transformation.
Any material consisting of unstable atoms is referred to as radioactive material.

Mod I Les I
550 6 of 14

Radioactive Half-life

original activity

100 %

50 %

25 %

12.5 %

6.25 %

3.1 %

1.6 %

0.78 %

number of half-lives → 0 1 2 3 4 5 6 7

time →

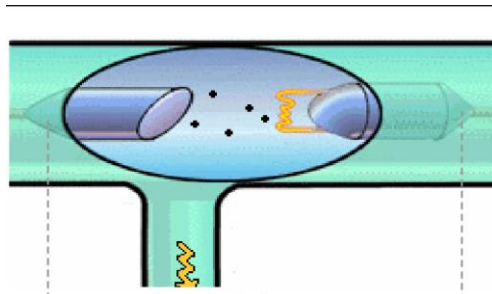
Depending on the material, the half-life may range from a fraction of a second to millions of years.
The activity in a sample decreases to less than 1% of its original value in about 7 half-lives.

Mod I Les I
900 11 of 14

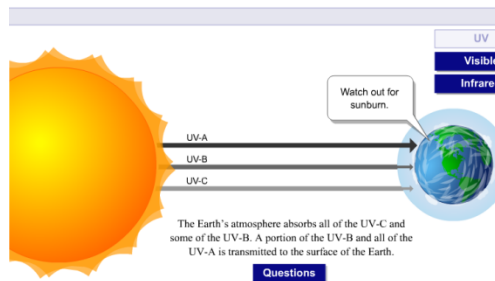
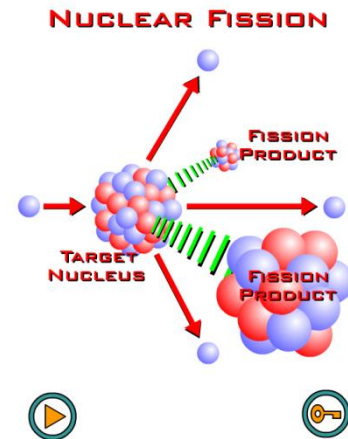
Non-ionizing Radiation

Non-ionizing radiation lacks the energy needed to ionize atoms.
Examples of non-ionizing radiation include ultraviolet rays, microwaves, and visible light.

Mod I Les I
600 8 of 14



Levhalar arasında yüksek bir V potansiyel farkı oluşturuluyor



Questions

Alpha Radiation

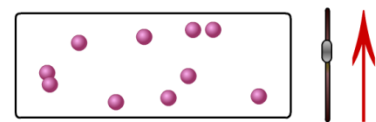


Alpha radiation travels only a few centimetres in air. It is stopped by a thin piece of paper. It doesn't pass through the human skin.

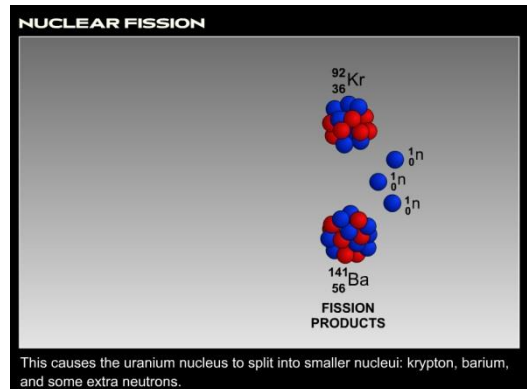


Temperature

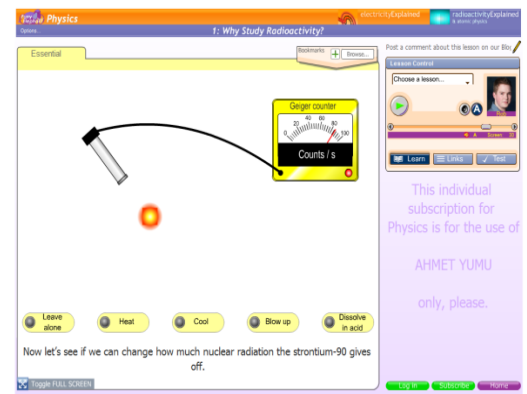
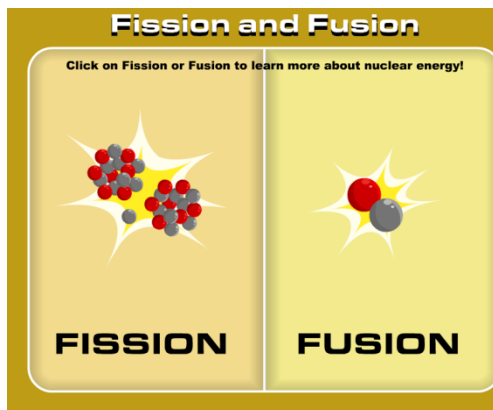
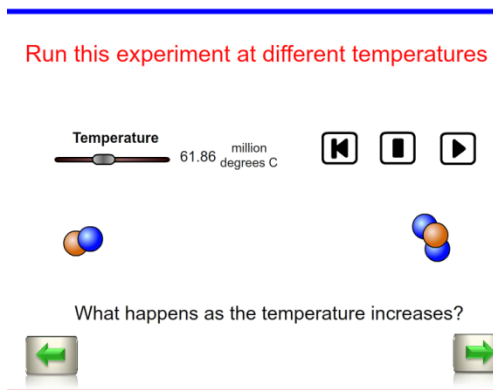
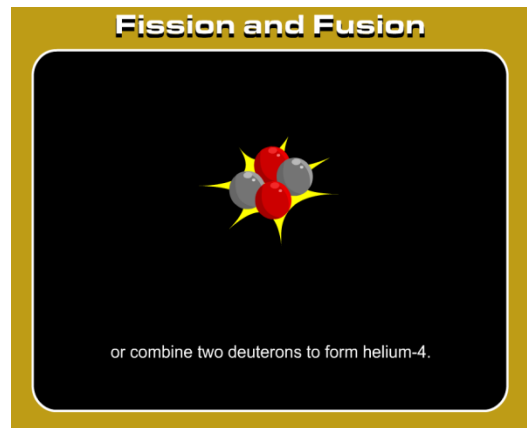
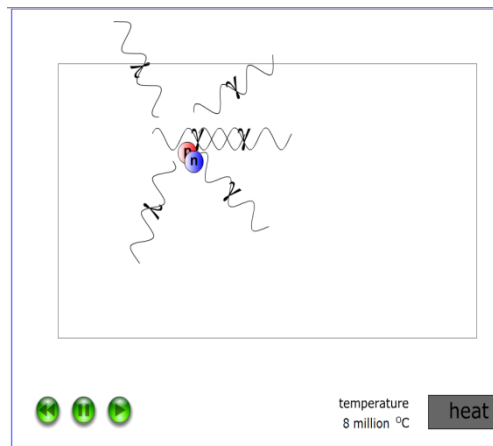
First, we examine the relationship between the temperature and the motion of atoms in a gas.

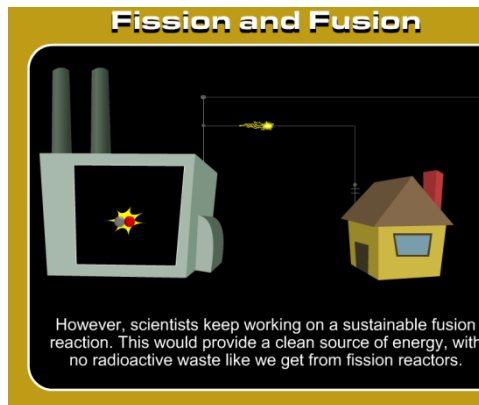
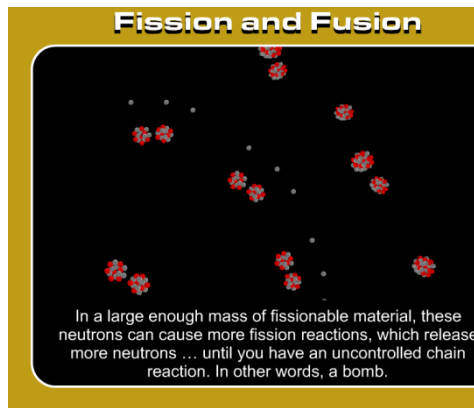


What happens to the atomic movement as the gas gets hotter?



This causes the uranium nucleus to split into smaller nuclei: krypton, barium, and some extra neutrons.





2: Alpha, Beta and Gamma

Alpha

Beta

Gamma

We'll see how their different properties affect what they can be used for and in what ways they may be harmful.

Post a comment about this lesson on our Blog

Choose a lesson...

Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

Log in Subscribe Home

2: Alpha, Beta and Gamma

With this apparatus we can investigate how easily alpha, beta and gamma radiation pass through different materials.

Post a comment about this lesson on our Blog

Choose a lesson...

Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

Log in Subscribe Home

1: Why Study Radioactivity?

DRAG IMAGE HERE

DRAG IMAGE HERE

DRAG IMAGE HERE

DRAG IMAGE HERE

DRAG IMAGE HERE

Reset

So we can sometimes use our senses but sometimes we need to use special measuring instruments.

Post a comment about this lesson

Choose a lesson...

Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

Log in Subscribe Home

2: Alpha, Beta and Gamma

The range of alpha particles is exaggerated to make them easier to see.

Dust can be blown long distances by the wind.

Post a comment about this lesson on our Blog

Choose a lesson...

Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

Log in Subscribe Home

2: Alpha, Beta and Gamma

Tick the box to show smoke. The charged ions stick to the much bigger smoke particles.

Post a comment about this lesson

Choose a lesson...

Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

Log in Subscribe Home

Physics 2: Alpha, Beta and Gamma

Essential

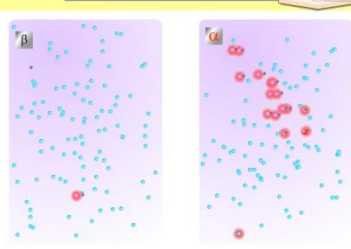


Again beta radiation is most dangerous if you breath in or swallow a substance that emits beta radiation.

Log in | Subscribe

Physics 2: Alpha, Beta and Gamma

Essential



We say that beta radiation is not so strongly 'ionizing' as alpha because it doesn't rip atoms to bits as much as it passes.

Log in | Subscribe | Home

Physics 2: Alpha, Beta and Gamma

Essential

Visualize ionizing perpetrated by clicking below

☐ α
☐ β
☐ γ

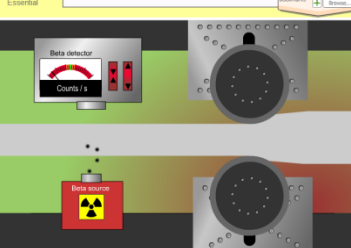


Alpha radiation is a bit like a very large, heavy ball which has been given a push on a grassy lawn.

Log in | Subscribe

Physics 2: Alpha, Beta and Gamma

Essential

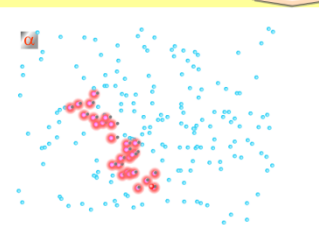


We've exaggerated all the distances so it's easier to see what's going on but in fact a beta gauge is extremely sensitive.

Log in | Subscribe | Home

Physics 2: Alpha, Beta and Gamma

Essential

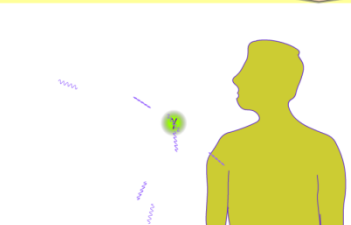


This animation shows air particles as blue. The alpha particle tears up the uncharged air particles, which we've shown with a red glow.

Log in | Subscribe

Physics 2: Alpha, Beta and Gamma

Essential



So gamma radiation tends to pass through your body without interfering with the molecules that make up your cells too much.

Log in | Subscribe | Home

Physics 2: Alpha, Beta and Gamma

Essential



The image is built up quite slowly because the gamma source used is not very 'bright' for improved safety.

Post a comment about the lesson on our Blog

Lesson Control

Choose a lesson...

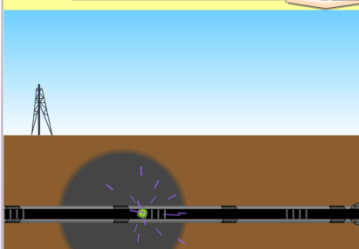
Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

Log in Subscribe Register

Physics 2: Alpha, Beta and Gamma

Essential



First of all a gamma emitter is mixed with the oil. The oil carries the emitter to the leak.

Post a comment about the lesson on our Blog

Lesson Control

Choose a lesson...

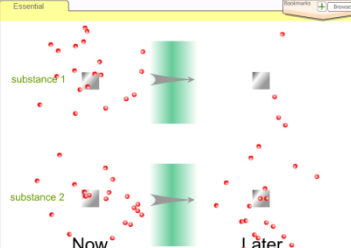
Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

Log in Subscribe Register

Physics 3: Half-life part 1

Essential



Some substances lose their radioactivity quickly. Some take a long time. Substance 1 loses its radioactivity quicker than substance 2.

Post a comment about the lesson on our Blog

Lesson Control

Choose a lesson...

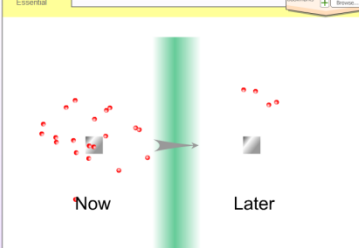
Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

Log in Subscribe Register

Physics 3: Half-life part 1

Essential



Now Later

Post a comment about the lesson on our Blog

Lesson Control

Choose a lesson...

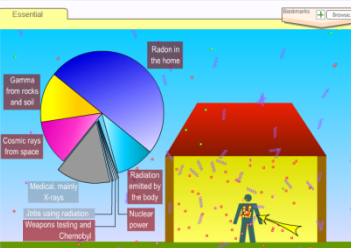
Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

Log in Subscribe Register

Physics 4: Background Radiation

Essential



We've shown the ionization caused by the radon as lots of yellow and orange flashes in the person's lungs.

Post a comment about the lesson on our Blog

Lesson Control

Choose a lesson...

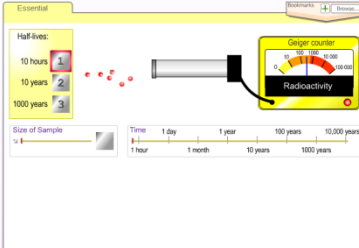
Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

Log in Subscribe Register

Physics 3: Half-life part 1

Essential



Before we think about time let's look at how radioactivity depends on how much radioactive stuff you've got.

Post a comment about the lesson on our Blog

Lesson Control

Choose a lesson...

Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

Log in Subscribe Register

Physics **5: How Radiation Harms**

Essential

Fatal Burn on leg

A large dose is most dangerous if it's spread over your whole body because it damages so many cells.

Post a comment about this lesson on our forum.

Choose a lesson...

Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

Tagged FULL SCREEN

Physics **11: Ionization & Detection**

Essential

Low energy alpha
High energy alpha
Low energy beta
High energy beta
Filtered gamma source

The alcohol vapor tends to condense into a tiny droplet around each ion. Millions of tiny droplets make the clouds we can see.

Post a comment about this lesson on our forum.

Choose a lesson...

Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

Tagged FULL SCREEN

Physics **5: How Radiation Harms**

Essential

Alpha radiation is most dangerous inside the body but gamma is most dangerous outside because it's difficult to shield.

Post a comment about this lesson on our forum.

Choose a lesson...

Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

Tagged FULL SCREEN

Physics **12: Stability, Fusion and Fission**

Essential

fission - breaking apart

We'll see how the idea of stability can be used to explain why fission and fusion release energy.

Post a comment about this lesson on our forum.

Choose a lesson...

Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

Tagged FULL SCREEN

Physics **5: How Radiation Harms**

Essential

0 0.1 0.5 1 2 3 4 5 6 7

CAT scan
starting to feel unwell

Feeling fine
Nausea and risk of infection
Internal bleeding
Death

This chart lets you change the dose in sieverts. Remember that there are a thousand millisieverts in one sievert.

Post a comment about this lesson on our forum.

Choose a lesson...

Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

Tagged FULL SCREEN

Physics **5: How Radiation Harms**

Essential

Energy per particle: Low, High
Particles per second: Low, High
Exposure time: Short, Long
Type: Alpha, Beta, Gamma

Units for comparison
Energy Absorbed
Harm done

So radiation dose depends on the energy we absorb. It also depends on the type of radiation.

Post a comment about this lesson on our forum.

Choose a lesson...

Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

Tagged FULL SCREEN

Physics **11: Ionization & Detection**

Essential

Post a comment about the lesson on our forum

Choose a lesson...

Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

We'll find out how gamma rays are absorbed in lead and we'll see how ionization can be used to measure radiation.

Toggle FULL SCREEN

Physics **12: Stability, Fusion and Fission**

Essential

Post a comment about the lesson on our forum

Choose a lesson...

Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

We can make it more stable in several ways.

Toggle FULL SCREEN

Physics **11: Ionization & Detection**

Essential

Post a comment about the lesson on our forum

Choose a lesson...

Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

Fire a low energy alpha. The alpha particle has quite a big mass. So it's difficult to change its direction. This makes the path straight.

Toggle FULL SCREEN

Physics **13: Binding Energy & Mass Defect**

Essential

Post a comment about the lesson on our forum

Choose a lesson...

Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

Each helium nucleus increases its binding energy by about 0.8 MeV when it becomes part of an oxygen nucleus.

Toggle FULL SCREEN

Physics **12: Stability, Fusion and Fission**

Essential

fusion - joining together

Post a comment about the lesson on our forum

Choose a lesson...

Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

We'll see how the idea of stability can be used to explain why fusion and fission release energy.

Toggle FULL SCREEN

Physics **15: Half-life part 2**

Essential

Post a comment about the lesson on our forum

Choose a lesson...

Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

So we've learnt how to do simple calculations using half-life.

Toggle FULL SCREEN

Physics **12: Stability, Fusion and Fission**

Essential

Post a comment about the lesson on our forum

Choose a lesson...

Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

We'll also see how the nuclei of most of the atoms we find on earth were synthesized in giant stars that exploded.

Toggle FULL SCREEN

Physics **12: Stability, Fusion and Fission**

Essential

Post a comment about the lesson on our forum

Choose a lesson...

Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

Let's start with what we mean by stability. Here is a wooden block on a table.

Toggle FULL SCREEN

Physics 12: Stability, Fusion and Fission

Essential

Post a comment about this lesson on our Blog

Choose a lesson...

Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

The other place where 'artificial' decay chains are created is in nuclear reactors.

Toggle FULL SCREEN

Physics 15: Half-life part 2

Essential

Post a comment about this lesson on our Blog

Choose a lesson...

Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

Make sure the 'Show source' tick box is un-ticked so you can't see the bottle.

Toggle FULL SCREEN

Physics 15: Half-life part 2

Essential

Post a comment about this lesson on our Blog

Choose a lesson...

Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

We can then compare it with the radioactivity of the same amount of carbon dioxide from the atmosphere.

Toggle FULL SCREEN

Physics 15: Half-life part 2

Essential

Post a comment about this lesson on our Blog

Choose a lesson...

Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

Repeat the decay at least once. Watch the red glow nuclei and the number of beta particles emitted.

Toggle FULL SCREEN

Physics 15: Half-life part 2

Essential

Post a comment about this lesson on our Blog

Choose a lesson...

Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

Leave the time at zero and let's have a look at the curve.

Toggle FULL SCREEN

Physics 16: Half-life part 3

Essential

Post a comment about this lesson on our Blog

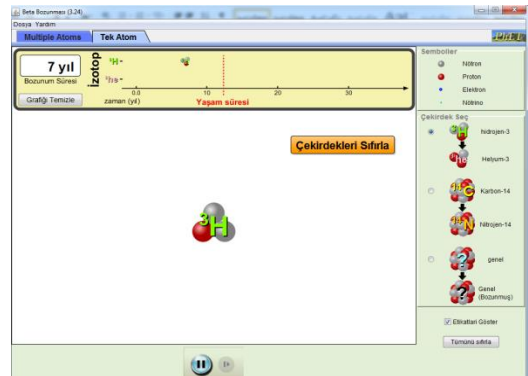
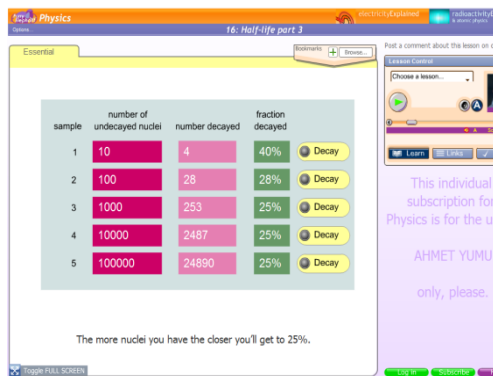
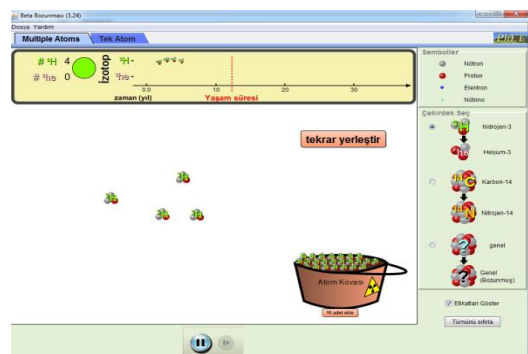
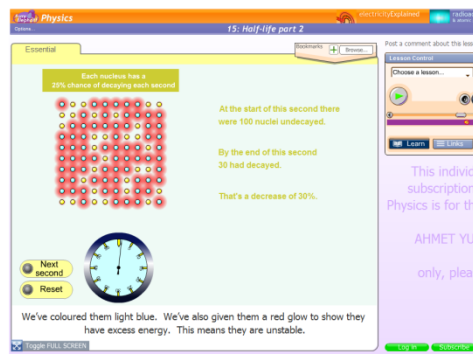
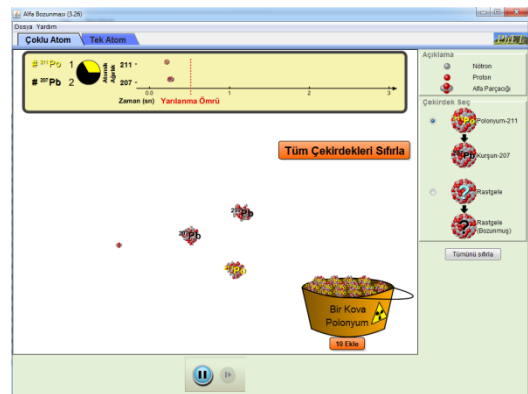
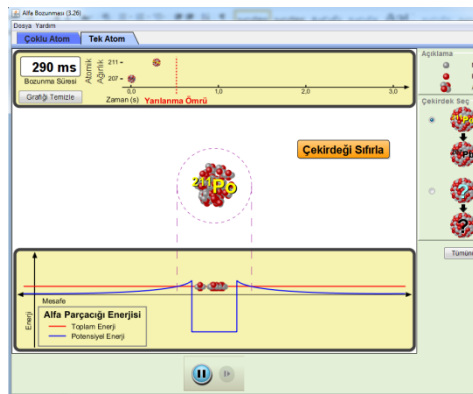
Choose a lesson...

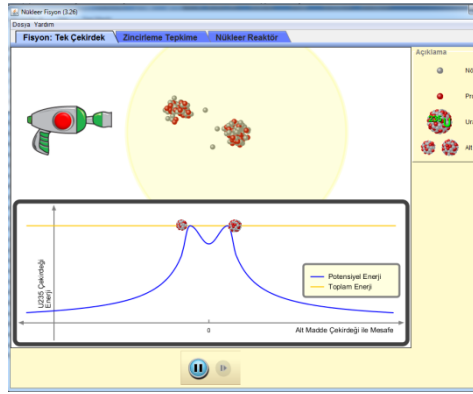
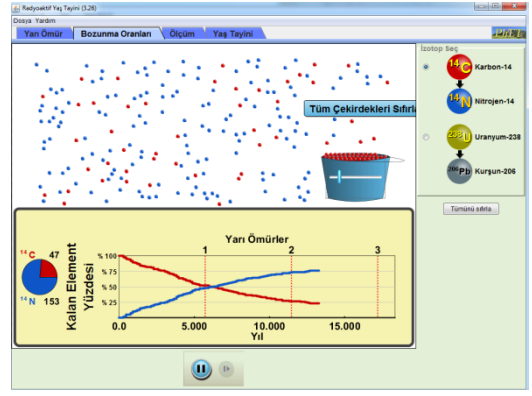
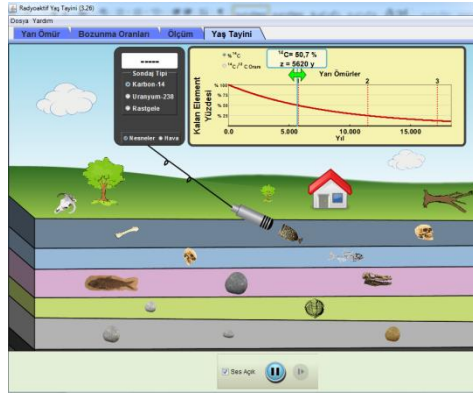
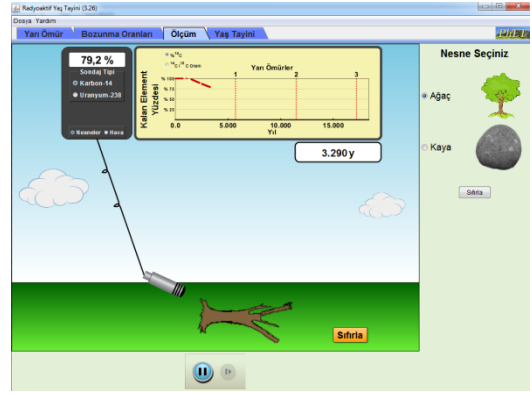
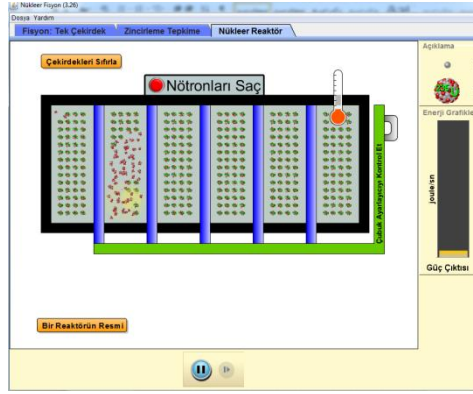
Learn Links Test

This individual subscription for Physics is for the use of AHMET YUMU only, please.

Remember the nuclei never disappear. They just change into more stable ones.

Toggle FULL SCREEN





ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi	:	16 Mart 1980
Doğum Yeri	:	Demirci Manisa
İlkokul	:	Ziya Gökalp İlkokulu, Demirci Manisa – 1992
Ortaokul	:	Demirci Ortaokulu, Demirci Manisa – 1994
Lise	:	Demirci Lisesi, Demirci Manisa – 1997
Lisans	:	Dumlupınar Üniversitesi Fen-Edabiyat Fakültesi Fizik Bölümü Kütahya – 2001
Yüksek Lisans	:	Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fizik, Manisa – 2004
Doktora	:	Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Anabilim Dalı, Nükleer Fizik Bilim Dalı, Manisa – 2013