

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
KİMYA EĞİTİMİ BİLİM DALI

**YAPILANDIRMACI ÖĞRENME KURAMI ÇERÇEVESİNDE BİLGİSAYAR
DESTEKLİ ÖĞRETİM MATERYALİ GELİŞTİRİLMESİ, UYGULANMASI VE
ETKİLİLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ:
ÇEKİRDEK KİMYASI (RADYOAKTİVİTE) ÖRNEĞİ**

DOKTORA TEZİ

Necla DÖNMEZ USTA

TRABZON
Aralık, 2011

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI
KİMYA EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**YAPILANDIRMACI ÖĞRENME KURAMI ÇERÇEVESİNDE
BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÖĞRETİM MATERYALİ GELİŞTİRİLMESİ,
UYGULANMASI VE ETKİLİLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ:
ÇEKİRDEK KİMYASI (RADYOAKTİVİTE) ÖRNEĞİ**

Necla DÖNMEZ USTA

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nce Doktora
(Kimya Eğitimi) Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Danışmanı
Prof. Dr. Alipaşa AYAS**

**TRABZON
Aralık, 2011**

KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma jürimiz tarafından Ortaöğretim Anabilim Dalında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir. .../.../ 2011

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Alipaşa AYAS

Üye : Prof. Dr. Samih BAYRAKÇEKEN

Üye : Doç. Dr. Hasan GENÇ

Üye : Doç. Dr. Suat ÜNAL

Üye : Yrd. Doç. Dr. Esra KELEŞ

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

**Doç. Dr. Haluk ÖZMEN
Enstitü Müdürü**

BİLDİRİM

Tezimin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı ve bu tezi KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsünden başka bir bilim kuruluşuna akademik gaye ve unvan almak amacıyla vermediğimi; tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ediyorum.

Necla DÖNMEZ USTA
.../.../ 2011

ÖNSÖZ

Sınıf veya laboratuvar ortamındaki kısıtlı imkânlar ile öğrencilerin derse aktif katılımının sağlanmasının zor olduğu ünitelerin öğretimi için geliştirilecek olan BDÖ materyali, öğrenciye kendi öğrenmesinde aktif rol alma imkânı sunma, anlaşılması zor olan soyut kavramları zihinlerinde daha kolay canlandırma imkânı sağlayacaktır. Kimya öğretim programlarının yapılandırma sürecinde olduğu ve 11. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı'nın 2010-2011 öğretim yılında yürürlüğe girdiği düşünüldüğünde, programın felsefesine uygun öğretim materyallerine olan ihtiyaç aşîkârdır. Bu bağlamda, kaliteli bir kimya eğitiminin sağlanabilmesine yardımcı olabilecek; yapılandırmacı öğrenme kuramı ile birleştirildiği bir BDÖ materyalinin geliştirilmesine ve materyalin öğrenciler üzerindeki etkilerinin nasıl olduğunun araştırılması gerekmektedir. Bu durumdan yola çıkılarak çalışma “Çekirdek Kimyası (Radyoaktivite)” ünitesinin öğretimine yönelik yapılandırmacı öğrenme kuramı çerçevesinde BDÖ materyali geliştirmek ve bu materyalin öğrencilerdeki değişimini tutum, kavramsal ve başarı boyutlarında irdelemek amacıyla yürütölmüştür.

Çalışmalarım boyunca doktora tezi danışmanlığımı üstlenen, çalışmanın her aşamasında gerek akademik deneyimini gerekse manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen saygıdeğer hocam Prof. Dr. Alipaşa AYAS'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında fikirleri ile çalışmaya değer katan saygıdeğer hocalarım, Doç. Dr. Suat ÜNAL ve Yrd. Doç. Dr. Esra KELEŞ'e teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca çalışmamın her aşamasında yardım ve desteklerini gördüğüm değerli arkadaşlarım; Arş. Gör. Fethiye KARSLI ve Kimya Öğretmeni Zeliha CENG başta olmak üzere, Şükriye USTA SARICA, Peyzaj Mimarı Gülay KODAL, Yrd. Doç. Dr. Çiğdem ŞAHİN, Arş. Gör. Muhammet BERİGEL ve Arş. Gör. Mehmet ALVER'e teşekkür ederim. Çalışmanın yürütöldüğü okullarda görev yapan kimya öğretmenlerine, çalışmaya katılan öğrencilere, tüm öğretmenlere ve okul yöneticilerine teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Hayatım boyunca maddi manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen canım annem-babam, Zeliha-Gürbey DÖNMEZ'e, minnet ve şükranlarımı sunarım. Çalışmalarım sırasında her türlü desteğini esirgemeyen, her zaman yanımda olup sıkıntılarımı paylaşan, hayat arkadaşım, canım eşim Ömer USTA'ya sevgilerimi sunarım.

Necla DÖNMEZ USTA
Trabzon 2011

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET	VII
ABSTRACT	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XII
KISALTMALAR LİSTESİ	XV
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Araştırmanın Problemi	5
1.3. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi	8
1.4. Araştırmanın Amacı	11
1.5. Araştırmanın Varsayımları	11
1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	12
1.7. Konu ile İlgili Literatür.....	12
1.7.1. Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı	12
1.7.1.1. Yapılandırmacı Öğrenme Kuramının Dört Aşamalı Modeli.....	14
1.7.1.2. Yapılandırmacı Öğrenme Kuramının Dört Aşamalı Modeline Yönelik Yapılan Bazı Çalışmalar	16
1.7.2. Bilgisayar Destekli Öğretim (BDÖ).....	18
1.7.2.1. BDÖ ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar.....	20
1.7. 3. Çekirdek Kimyası Ünitesi	27
1.7. 3. 1. Çekirdek Kimyası Ünitesi ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar	28
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	39
2.1. Araştırmanın Tasarlanması.....	39
2.2. Araştırmanın Yöntemi	40
2.3. Araştırmanın Örneklemi	42
2.4. Çalışmada Kullanılan Çekirdek Kimyası Ünitesi Öğretmen Rehber Materyali.....	42

2.4.1.	Konunun ve İçeriğin Belirlenmesi.....	43
2.4.2.	ÇEKÖRM'ün Geliştirilmesi.....	44
2.4.2.1.	ÇEKÖRM'de Yer Alan Kavramsal Değişim Metinleri	47
2.4.2.2.	ÇEKÖRM'de Yer Alan Çalışma Yaprakları	50
2.4.2.3.	ÇEKÖRM'de Yer Alan Analogiler	59
2.4.2.4.	ÇEKÖRM'de Yer Alan Hikâye ve Açıklayıcı Metinler	64
2.4.2.4.1.	ÇEKÖRM'de Yer Alan Hikâye.....	64
2.4.2.4.2.	ÇEKÖRM'de Yer Alan Açıklayıcı Metinler.....	69
2.4.2.5.	ÇEKÖRM'de Yer Alan Animasyonlar.....	70
2.4.2.6.	Çekirdek Kimyası Ünitesi Öğretmen Rehber Materyalleri	76
2.4.2.7.	Pilot Uygulama	78
2.4.2.8.	Asıl Uygulama	79
2.5.	Derslerin Yürütülme Süreci.....	80
2.6.	Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçları	84
2.6.1.	Tutum Anketi.....	84
2.6.1.1.	Çekirdek Kimyası Ünitesi Turum Anketi (ÇEKTA)'nın Geliştirilmesi	86
2.6.2.	Testler	89
2.6.2.1.	Çekirdek Kimyası Ünitesi Kavram Testi (ÇEKKAT)'nin Geliştirilmesi	90
2.6.2.1.1.	ÇEKKAT'ın Pilot Çalışması ve Geçerlik, Güvenirliğine İlişkin Bilgiler	93
2.6.2.2.	Çekirdek Kimyası Başarı Testi (ÇEKBAT)'nin Geliştirilmesi	94
2.6.2.2.1.	ÇEKBAT'ın Pilot Çalışması ve Geçerlik, Güvenirliğine İlişkin Bilgiler	96
2.6.3.	Mülakat.....	96
2.7.	Araştırmadan Elde Edilen Verilerin Analizi	98
2.7.1.	ÇEKTA'dan Elde Edilen Verilerin Analizi	98
2.7.2.	ÇEKKAT'tan Elde Edilen Verilerin Analizi	99
2.7.3.	ÇEKBAT'tan Elde Edilen Verilerin Analizi	103
2.7.4.	Mülakatlardan Elde Edilen Verilerin Analizi	103
3.	BULGULAR	105
3.1.	ÇEKTA'dan Elde Edilen Bulgular	106
3.1.1.	A Okulundaki Öğrencilere Ön-Son Test Olarak Uygulanan ÇEKTA'dan Elde Edilen Bulgular	106

3.1.2.	G Okulundaki Öğrencilere Ön-Son Test Olarak Uygulanan ÇEKTA'dan Elde Edilen Bulgular	107
3.1.3	ÇEKTA'ya Ait İstatistiksel Analizlerden Elde Edilen Bulgular	109
3.1.3.1.	A Okulundaki Öğrencilere Ön-Son Test Olarak Uygulanan ÇEKTA'ya Ait İstatistiksel Analizlerden Elde Edilen Bulgular	109
3.1.3.2.	G Okulundaki Öğrencilere Ön-Son Test Olarak Uygulanan ÇEKTA'ya Ait İstatistiksel Analizlerden Elde Edilen Bulgular	110
3.2.	Çekirdek Kimyası Kavram Testinden Elde Edilen Bulgular.....	111
3.2.1.	ÇEKKAT'ın Birinci Bölümünden Elde Edilen Bulgular	111
3.2.2.	ÇEKKAT'ın İkinci Bölümünden Elde Edilen Bulgular	118
3.2.3.	ÇEKKAT'ın Üçüncü Bölümünden Elde Edilen Bulgular.....	123
3.2.4.	ÇEKKAT'ın Dördüncü Bölümünden Elde Edilen Bulgular	126
3.2.5.	Ön ve Son Test Olarak Uygulanan ÇEKKAT'tan Alınan Toplam Puanlar	129
3.2.5.1.	ÇEKKAT'a Ait İstatistiksel Analizlerden Elde Edilen Bulgular	131
3.3.	Çekirdek Kimyası Ünitesi Başarı Testinden Elde Edilen Bulgular.....	133
3.3.1.	A ve G Okulundaki Öğrencilere Ön-Son Test Olarak Uygulanan ÇEKBAT'tan Elde Edilen Bulgular	133
3.3.2.	Ön ve Son Test Olarak Uygulanan ÇEKBAT'tan Alınan Toplam Puanlar	157
3.4.	Yarı Yapılandırılmış Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular	160
3.4.1.	Yarı Yapılandırılmış Mülakatlardan Elde Edilen Öğrenci Anlamaları ile İlgili Bulgular	160
3.4.2.	Öğrencilerin ÇEKÖRM ve Öğretim Sürecine İlişkin Görüşlerine Yönelik Bulgular	185
4.	TARTIŞMA	193
4.1.	ÇEKÖRM'ün Öğrencilerin Çekirdek Kimyası Ünitesine Yönelik Tutumlarına Etkisi ile İlgili Tartışma	193
4.2.	ÇEKÖRM'ün Öğrencilerin Kavramsal Anlama Düzeylerine ve Başarılarına Etkisine Yönelik Yapılan Tartışma	195
4.2.1.	ÇEKKAT ve ÇEKBAT'a Uygulanan İstatistiksel Analizlere Yönelik Yapılan Tartışma	196
4.2.2	Çekirdek Kimyası Ünitesi'ndeki Alt Kavramlara Yönelik Yapılan Tartışma	199
4.2.2.1.	Atom Altı Tanecikler ile İlgili Öğrencilerin Görüşleri.....	199
4.2.2.2.	Yarı ömür ile İlgili Öğrencilerin Görüşleri	203
4.2.2.3.	Doğal ve Yapay Radyoaktiflik ile İlgili Öğrencilerin Görüşleri	204

4.2.2.4.	Füzyon ve Fisyon İle İlgili Öğrencilerin Görüşleri	207
4.2.2.5.	Radyasyonun Canlılar Üzerine Etkileri İle İlgili Öğrencilerin Görüşleri	208
4.2.2.6.	Radyoaktivite, Radyoaktif Element, Radyoaktif Bozunma ile İlgili Öğrenci Görüşleri	210
4.2.2.7.	Radyoaktif Maddelerin Kullanım Alanları, Radyasyon İşaretleri ve Radyoaktiflikten Kaynaklı Tehlikeler ile İlgili Öğrenci Görüşleri	212
4.2.2.8.	Aktiflik, Absorblanmış Doz, Biyolojik Eşdeğer Doz Kavramları ve Bu Kavramların Birimleri ile İlgili Öğrencilerin Görüşleri	214
4.2.2.9.	Nükleer Enerji ve Nükleer Reaktörler İle İlgili Öğrenci Görüşleri	216
4.2.2.10.	Kararlılık Kuşağı ile İlgili Öğrenci Görüşleri.....	217
4.2.2.11.	Alfa, Beta ve Gama Işınları ve Bu Işınlara Özellikleri İle İlgili Öğrenci Görüşleri	218
4.2.2.12.	Çekirdek Dönüşümü İle İlgili Öğrenci Görüşleri	219
4.3.	Öğretim Süreci ve ÇEKÖRM ile İlgili Öğrenci Görüşlerine Yönelik Yapılan Tartışma	220
5.	SONUÇLAR.....	227
5.1.	ÇEKÖRM'ün Tutuma Etkisine Yönelik Sonuçlar	227
5.2.	ÇEKÖRM'ün Kavramsal Anlama ve Başarı Üzerine Etkisine Yönelik Sonuçlar	228
5.3.	Öğretim Süreci ve ÇEKÖRM'ün Etkililiği ile İlgili Sonuçlar	233
6.	ÖNERİLER	235
6.1.	Araştırmanın Sonuçlarına Dayalı Olarak Yapılan Öneriler	235
6.2.	Araştırmacının Deneyimleri ve Diğer Araştırmacılara Yapılan Öneriler.....	238
7.	KAYNAKLAR.....	240
8.	EKLER (CD)	264
ÖZGEÇMİŞ		

ÖZET

Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı Çerçevesinde Bilgisayar Destekli Öğretim Materyali Geliştirilmesi, Uygulanması ve Etkililiğinin Değerlendirilmesi: Çekirdek Kimyası (Radyoaktivite) Örneği

Bu araştırmanın temel amacı, Çekirdek Kimyası (Radyoaktivite) ünitesindeki kavramlara yönelik yapılandırmacı öğrenme kuramının dört aşamalı modeline dayalı BDÖ materyali geliştirilmesi ve bu materyalin öğrencilerin tutumları, kavramsal anlamaları ve başarıları üzerine etkililiğinin araştırılmasıdır. Araştırmada özel durum yaklaşımı kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemini Giresun ili Görele ilçe merkezindeki bir Anadolu Lisesi (A) ve bir genel lisenin (G) 11. sınıflarında öğrenim gören toplam 35 öğrenci oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak Çekirdek Kimyası Ünitesi Tutum Ölçeği (ÇEKTA), Çekirdek Kimyası Ünitesi Kavram Testi (ÇEKKAT), Çekirdek Kimyası Ünitesi Başarı Testi (ÇEKBAT) ve yarı yapılandırılmış mülakat kullanılmıştır. ÇEKTA, ÇEKKAT ve ÇEKBAT her iki gruba ön-son test olarak uygulanmıştır. Ayrıca kavramsal değişimin en az, orta düzeyde ve en fazla gerçekleştiği 12 öğrenci ile mülakatlar yürütülmüştür. Aynı öğrencilerle öğretim materyallerinin etkililiği konusunda neler düşündüklerini belirlemek amacıyla da mülakatlar yürütülmüştür. Elde edilen nicel veriler Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile analiz edilirken, nitel veriler ise nitel teknikler kullanılarak analiz edilmiştir. Testlerden elde edilen verilerin istatistiksel analizleri A ve G okullarındaki öğrencilerde son test lehine anlamlı bir farklılığın olduğunu göstermektedir ($p<0.05$). Bu sonuç, araştırmada hazırlanan BDÖ materyalinin öğrencilerin tutum, kavramsal anlama ve başarıları üzerine olumlu etki yaptığını göstermektedir. Yapılan mülakatlarda uygulamaların, öğrencilerin ilgisini çektiği belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin Çekirdek Kimyası ünitesinin gerçek yaşamla ilişkili, önemli bir ünite olduğunu fark ettikleri tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara bağlı olarak da araştırmacılara ve eğitimcilere bazı önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Dört aşamalı model, Çekirdek Kimyası (Radyoaktivite), Bilgisayar Destekli Öğretim, Tutum, Kavramsal Anlama, Başarı

ABSTRACT

Developing, Implementing and Evaluating CAI Materials Related to “Radioactivity” Topic Based on Constructivist Learning Theory

The main aim of this research is to develop, implement and evaluate CAI materials based on four-step model of constructivist learning theory on radioactivity unit in chemistry. The effectiveness of these CAI materials on students’ attitude, conceptual understanding and achievement were particularly focused on. The case study approach was used as a research methodology in the study. The sample under investigation comprises of 35 grade 11 students from an Anatolian high school (A) and a general high school (G) in the town center of Görele, Giresun. An Attitude Scale, A Concept Test, An Achievement Test on Radioactivity and a semi-structured interview technique were used as data gathering instruments. The Attitude Scale, the Concept Test on Radioactivity and the Achievement Test on Radioactivity were applied as pre and post-test to each of the study groups. Moreover, interviews were conducted with 12 students who were selected in terms of their achievement as 4 under average and 4 average and 4 above average regarding the degree of their conceptual change. The same students were also interviewed about the efficiency of CAI materials. Wilcoxon Signed Rank Test was used to analyze the quantitative data on the other hand the qualitative data was analyzed by using qualitative techniques. The statistical analyses of the data from the tests showed that there was significant difference in favor of the post-test applied on the students in A and G schools. This result indicates positive effects of the CIA materials prepared on the radioactivity unit on students’ attitude, conceptual understanding and achievement. In the interviews, it is found out that the treatment got interested by the students. Moreover; it is determined that students realized the importance and relationship of real life on radioactivity. Based on the results some suggestions were made for researchers and educators.

Key Words: Four-Step Constructivist Teaching Strategy, Radioactivity, Computer Assisted Instruction, Attitude, Conceptual, Understanding, Achievement

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil No</u>	<u>Sekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.	ÇEKÖRM'ün ana sayfa ekran görüntüsü	46
Şekil 2.	ÇEKÖRM'de yer alan “Fisyon ve Füzyon” ile ilgili kavramsal değişim metni ekran görüntüsü.....	49
Şekil 3.	ÇEKÖRM'de yer alan “Doğal ve Yapay Radyoaktif Kaynaklar” ile ilgili kavramsal değişim metni ekran görüntüsü.....	49
Şekil 4.	“Protoactiniumun Yarılanma Ömrünün Ölçülmesi” ile ilgili çalışma yaprağı ana ekran görüntüsü.....	51
Şekil 5.	“Protoactiniumun Yarılanma Ömrünün Ölçülmesi” ile ilgili çalışma yaprağı örnek ekran görüntüsü 1	53
Şekil 6.	“Protoactiniumun Yarılanma Ömrünün Ölçülmesi” ile ilgili çalışma yaprağı örnek ekran görüntüsü 2	53
Şekil 7.	“Protoactiniumun Yarılanma Ömrünün Ölçülmesi” ile ilgili çalışma yaprağı örnek ekran görüntüsü 3	54
Şekil 8.	“Protoactiniumun Yarılanma Ömrünün Ölçülmesi” ile ilgili çalışma yaprağındaki grafiğe ait ekran görüntüsü	55
Şekil 9.	“Radyoaktif Bozunma” ile ilgili çalışma yaprağı ana ekran görüntüsü	56
Şekil 10.	“Radyoaktif Bozunma” ile ilgili çalışma yaprağı işlem basamakları ekran görüntüsü 1	57
Şekil 11.	“Radyoaktif Bozunma “ile ilgili çalışma yaprağı işlem basamakları ekran görüntüsü 2	57
Şekil 12.	“Radyoaktif Bozunma “ile ilgili çalışma yaprağı işlem basamakları ekran görüntüsü 3	58
Şekil 13.	“Radyoaktif Bozunma “ile ilgili çalışma yaprağındaki grafiğe ait ekran görüntüsü	59
Şekil 14.	“Radyoaktif Işınlardan Girişlikleri ve İyonlaştırma Özellikleri Nasıl Oluyor?” isimli analojinin ana ekran görüntüsü	61
Şekil 15.	İlgili analogi haritası ekran görüntüsü	62
Şekil 16.	“Radyoaktif Bozunma Nedir?” isimli analojinin ana ekran görüntüsü	63
Şekil 17.	İlgili analogi haritası ekran görüntüsü	63
Şekil 18.	“Bilin Bakalım Biz Kimiz?” isimli hikâyenin ana ekran görüntüsü	65

<u>Sekil No</u>	<u>Sekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 19.	“Bilin Bakalım Biz Kimiz?” isimli hikâyenin basamaklarına ait ekran görüntüsü 1	66
Şekil 20.	“Bilin Bakalım Biz Kimiz?” isimli hikâyenin basamaklarına ait ekran görüntüsü 2	66
Şekil 21.	“Bilin Bakalım Biz Kimiz?” isimli hikâyenin basamaklarına ait ekran görüntüsü 3	67
Şekil 22.	“Bilin Bakalım Biz Kimiz?” isimli hikâyenin basamaklarına ait ekran görüntüsü 4	67
Şekil 23.	“Bilin Bakalım Biz Kimiz?” isimli hikâyenin basamaklarına ait ekran görüntüsü 5	68
Şekil 24.	“Bilin Bakalım Biz Kimiz?” isimli hikâyedeki aile üyelerinin yaptıkları radyoaktif bozunma türlerini gösteren ekran görüntüsü	69
Şekil 25.	“Atomun Yapısı” ile ilgili animasyon ekran görüntüsü	72
Şekil 26.	“Rutherford’un Deneyi” isimli analogiden örnek ekran görüntüsü.....	73
Şekil 27.	“Zincirleme Reaksiyon” animasyonu ekran görüntüsü	73
Şekil 28.	“Radyoaktif Bozunma Türleri” animasyonu ekran görüntüsü	74
Şekil 29.	“Nükleer Reaktör” animasyonu ekran görüntüsü	75
Şekil 30.	ÇEKÖRM’den örnek ders planı	77
Şekil 31.	A okulundaki öğrencilerin ÇEKTA ön ve son test puanlarının ortalamaları	107
Şekil 32.	G okulundaki öğrencilerin ÇEKTA ön ve son test puanlarının Ortalamaları	108
Şekil 33.	Ö1’in radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) bitki çizimi.....	171
Şekil 34.	Ö2’nin radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) bitki çizimi.....	171
Şekil 35.	Ö21’in radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) bitki çizimi.....	171
Şekil 36.	Ö26’nınradyasyona maruz kalmış (r.m.k.) bitki çizimi.....	172
Şekil 37.	Ö5’in radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) bitki çizimi.....	172
Şekil 38.	Ö11’in radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) bitki çizimi.....	172
Şekil 39.	Ö28’in radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) bitki çizimi.....	173
Şekil 40.	Ö29’un radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) bitki çizimi.....	173
Şekil 41.	Ö10’un radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) bitki çizimi.....	173
Şekil 42.	Ö12’nin radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) bitki çizimi.....	174
Şekil 43.	Ö19’un radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) bitki çizimi.....	174
Şekil 44.	Ö35’in radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) bitki çizimi.....	174

<u>Sekil No</u>	<u>Sekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 45.	Ö1'in radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) hayvan çizimi	175
Şekil 46.	Ö2'nin radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) hayvan çizimi	175
Şekil 47.	Ö21'in radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) hayvan çizimi	175
Şekil 48.	Ö26'nın radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) hayvan çizimi	176
Şekil 49.	Ö5'in radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) hayvan çizimi	176
Şekil 50.	Ö11'in radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) hayvan çizimi	177
Şekil 51.	Ö28'in radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) hayvan çizimi	177
Şekil 52.	Ö33'ün radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) hayvan çizimi.....	177
Şekil 53.	Ö10'un radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) hayvan çizimi.....	178
Şekil 54.	Ö12'nin radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) hayvan çizimi	178
Şekil 55.	Ö19'un radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) hayvan çizimi.....	179
Şekil 56.	Ö35'in radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) hayvan çizimi	179
Şekil 57.	Ö1'in radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) insan çizimi	180
Şekil 58.	Ö2'nin radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) insan çizimi.....	180
Şekil 59.	Ö21'in radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) insan çizimi.....	181
Şekil 60.	Ö26'nın radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) insan çizimi.....	181
Şekil 61.	Ö5'in radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) insan çizimi	182
Şekil 62.	Ö11'in radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) insan çizimi.....	182
Şekil 63.	Ö28'in radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) insan çizimi.....	182
Şekil 64.	Ö33'ün radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) insan çizimi.....	183
Şekil 65.	Ö10'un radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) insan çizimi.....	183
Şekil 66.	Ö12'nin radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) insan çizimi.....	184
Şekil 67.	Ö19'un radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) insan çizimi.....	184
Şekil 68.	Ö35'in radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) insan çizimi.....	184

TABLOLAR DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.	Bilgisayar destekli öğretim ile ilgili yapılan bazı çalışmalar	25
Tablo 2.	Çekirdek Kimyası ünitesi ile ilgili bazı çalışmalar	34
Tablo 3.	Derslerin yürütülme süreci	83
Tablo 4.	ÇEKTA faktör yük değerleri ve tanımlayıcı istatistikî değerleri	88
Tablo 5.	Ölçülmek istenen kavram ya da anlamaların ÇEKKAT'ın birinci bölümündeki maddelere dağılımı	91
Tablo 6.	Ölçülmek istenen kavram ya da anlamaların ÇEKKAT'ın ikinci bölümündeki maddelere dağılımı	91
Tablo 7.	Ölçülmek istenen kavram ya da anlamaların ÇEKKAT'ın üçüncü bölümündeki maddelere dağılımı	92
Tablo 8.	Ölçülmek istenen kavram ya da anlamaların ÇEKKAT'ın dördüncü bölümündeki maddelere dağılımı	92
Tablo 9.	Ölçülmek istenen kazanımların ÇEKBAT'ta yer alan sorulara dağılımları	95
Tablo 10.	Mülakat sorularının içerikleri	98
Tablo 11.	ÇEKKAT'ın iki aşamalı sorularının ikinci aşamasında kullanılan anlama kategorileri, kategorilerin puanları ve puanlama kriterleri	100
Tablo 12.	ÇEKKAT'ın iki aşamalı sorularının anlama kategorileri, kategorilerin puanları ve puanlama kriterleri	101
Tablo 13.	ÇEKKAT'ın dördüncü bölümünde yer alan açık uçlu soruları analiz etmede kullanılan kategoriler ve içerikleri	102
Tablo 14.	Bulguların sunulmasında kullanılan kısaltmalar	105
Tablo 15.	A okulundaki öğrencilerin üniteye karşı tutumlarındaki değişim	106
Tablo 16.	G okulundaki öğrencilerin üniteye karşı tutumlarındaki değişim	108
Tablo 17.	A okulundaki öğrencilerin ÇEKTA ön ve son test sonuçlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları	110
Tablo 18.	G okulundaki öğrencilerin ÇEKTA ön ve son test sonuçlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları	110
Tablo 19.	A ve G okulundaki öğrencilerin ÇEKKAT'ın birinci bölümüne verdikleri cevapların dağılımı	112
Tablo 20.	A ve G okulundaki öğrencilerin ÇEKKAT'ın 20. sorusuna verdiklerin cevapların dağılımı	118

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 21.	A ve G okulundaki öğrencilerin ÇEKKAT'ın 21. sorusuna verdiklerin cevapların dağılımı.....	120
Tablo 22.	A ve G okulundaki öğrencilerin ÇEKKAT'ın 22. sorusuna verdiklerin cevapların dağılımı.....	121
Tablo 23.	A ve G okullarındaki öğrencilerin ÇEKKAT'ın üçüncü bölümüne Verdikleri cevapların dağılımı.....	123
Tablo 24.	A ve G okullarındaki öğrencilerin ÇEKKAT'ın 34. sorusuna verdikleri cevapların dağılımı.....	126
Tablo 25.	A ve G okullarındaki öğrencilerin ÇEKKAT'ın 35. sorusuna verdikleri cevapların dağılımı.....	128
Tablo 26.	A okulundaki öğrencilerin ÇEKKAT'tan aldıkları toplam puanları ve bu puanların değişimleri	129
Tablo 27.	G okulundaki öğrencilerin ÇEKKAT'tan aldıkları toplam puanlar ve bu puanların değişimleri	130
Tablo 28.	A ve G okullarındaki öğrencilerin ön ve son testlerdeki puanlarına ilişkin tanımlayıcı istatistik sonuçları	131
Tablo 29.	A okullarındaki öğrencilerin ÇEKKAT ön ve son test puanları için yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları	132
Tablo 30.	G okullarındaki öğrencilerin ÇEKKAT ön ve son test puanları için yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi	132
Tablo 31.	A okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 1i.,1ii. ve 1iii sorularına verdikleri cevapların dağılımı (N=14).....	133
Tablo 32.	G okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 1i.,1ii. ve 1iii. sorularına verdikleri cevapların dağılımı (N=21).....	134
Tablo 33.	A okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 2i., 2ii. ve 2iii. sorularına verdikleri cevapların dağılımı (N=14).....	138
Tablo 34.	G okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 2i., 2ii. ve 2iii. sorularına verdikleri cevapların dağılımı (N=21).....	138
Tablo 35.	A okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 3i.,3ii., 3ii. ve 3iv. sorularına verdikleri cevapların dağılımı (N=14).....	142
Tablo 36.	G okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 3i.,3ii., 3iii. ve 3iv. sorularına verdikleri cevapların dağılımı (N=21).....	142
Tablo 37.	A okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 4i. ve 4ii. sorularına verdikleri cevapların dağılımı.....	146
Tablo 38.	G okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 4i. ve 4ii. sorularına verdikleri cevapların dağılımı.....	146

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 39.	A okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 5. ve 6. sorularına verdikleri cevapların dağılımı.....	149
Tablo 40.	G okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 5. ve 6. sorularına verdikleri cevapların dağılımı.....	149
Tablo 41.	A okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 7. ve 8. sorularına verdikleri cevapların dağılımı (N=14)	152
Tablo 42.	G okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 7. ve 8. sorularına verdikleri cevapların dağılımı (N=21)	152
Tablo 43.	A okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 4iii., 9. ve 10. sorularına verdikleri cevapların dağılımı.....	154
Tablo 44.	G okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT' 4iii., 9. ve 10. sorularına verdikleri cevapların dağılımı.....	154
Tablo 45.	A okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'tan aldıkları toplam puanları ve bu puanların değişimleri	157
Tablo 46.	G okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'tan aldıkları toplam puanları ve bu puanların değişimleri	158
Tablo 47.	A ve G okullarındaki öğrencilerin ÇEKBAT'tan aldıkları ön ve son testlerdeki puanlarına ilişkin tanımlayıcı istatistik sonuçları	159
Tablo 48.	A okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT ön ve son test puanları için yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları	159
Tablo 49.	G okullarındaki öğrencilerin ÇEKBAT ön ve son test puanları için yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi	160

KISALTMALAR LİSTESİ

A	Anadolu Lisesi
AK	Alternatif Kavramlar
Anl.	Anlamama
B-B	Boş -Boş
BDÖ	Bilgisayar Destekli Öğretim
ÇEKBAT	Çekirdek Kimyası Ünitesi Başarı Testi
ÇEKKAT	Çekirdek Kimyası Ünitesi Kavram Testi
ÇEKÖRM	Çekirdek Kimyası Ünitesi Öğretmen Rehber Materyali
ÇEKTA	Çekirdek Kimyası Ünitesi Tutum Anketi
DS-AKN	Doğru Seçenek-Alternatif Kavram İçeren Neden
DS-B	Doğru Seçenek-Boş
DS-DN	Doğru Seçenek-Doğru Neden
DS-KDN	Doğru Seçenek-Kısmen Doğru Neden
DS-YN	Doğru Seçenek-Yanlış Neden
G	Genel Lise
KA	Kısmi Anlama
KA-BSAK	Bir Spesifik Alternatif Kavramla Kısmi Anlama
TA	Tam Anlama
YS-AKN	Yanlış Seçenek-Alternatif Kavram İçeren Neden
YS- B	Yanlış Seçenek-Boş
YS-DN	Yanlış Seçenek-Doğru Neden
YS-KDN	Yanlış Seçenek-Kısmen Doğru Neden
YS-YN	Yanlış Seçenek -Yanlış Neden

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Hızla gelişen teknoloji ve yapılan yeni araştırmalara paralel olarak mevcut bilgi birikimi hızla artmaktadır. Bilgi birikimindeki bu hızlı artış insanoğlunu yakından etkilemektedir. Bu hızlı bilgi artışında fen bilimlerinin yeri çok büyüktür. Fen bilimleri, doğadaki olayları ve olaylar arasındaki ilişkileri sebepleri ve sonuç ilişkileriyle tartışarak ortaya koymaya çalışan bir bilim dalıdır (Ayas vd., 1997; Coştu vd., 2005). Fen bilimleri sayesinde ortaya çıkan bilgiler toplumda yaşamı kolaylaştırıcı teknolojiler olarak gözükmektedir. Teknolojik ve bilimsel yarışta geri kalmak istemeyen ülkeler de, fen bilimleri eğitime özel bir önem vermektedirler (Ayas, 1995a).

Rusya 1957 yılında ilk yapay uydu olan Sputnik 1'i uzaya fırlatarak, batılı ülkelere bir adım öne geçmiştir. Amerika başta olmak üzere birçok ülke, bilimsel açıdan geri kalmamak için okullarda fen bilimleri eğitiminde köklü değişikliklere gitmişlerdir. Fen bilimleri alanında öğrencilere yeterli bilgi ve becerileri kazandıramayan okul programlarında fen bilimleri, matematik ve teknoloji konularına ağırlık verilmiştir. Ayrıca temel kavramların öğrencilere verilmesi ilkesine dayanan yeni fen programları geliştirilmiştir. Bunlar arasında; Science Curriculum Improvement Study (SCIS), Proje 2061, Physical Science Study Committee (PSSC), Foundational Approaches in Science Teaching (FAST), Galaksi Classroom Science (K-5), AAAS Science-A Process Approach (SAPA), Intermediate Science Curriculum Study (ISCS) sayılabilir. Diğer alanlara paralel olarak kimya alanında; CHEM-Study, CBA ve Nuffield projesi gibi yeni programlar geliştirilmiştir (Ayas vd., 1999; Azar, 2001; Ünal vd., 2004; Çepni vd., 2005). Aynı zamanda geliştirilen bu fen programlarının yapısı incelendiğinde kavram öğretiminin ön plana çıkarıldığı görülmektedir. Bilim ve teknolojiye ilişkin gelişmelerin katlayarak artması, öğrencilere neyin ve nasıl öğretileceği sorusunu akıllara getirmektedir. Bu durumda birçok eğitimci tüm bilgi birikiminin öğretilmesinin yerine temel kavramların ve bilgiye ulaşma yollarının öğretilmesini savunmaktadır (Akpınar ve Turan, 2002; Kılıç, 2003; Coll ve Treagust, 2003; Coştu, 2006). Bütün dünyadaki fen bilimlerindeki gelişmelere paralel olarak 1980'li yılların sonlarına doğru ülkemizde kavram öğretimine verilen önem ve yapılan çalışmaların sayısı giderek artmıştır (Ayas, 1995b; Özmen, 2002; Demircioğlu,

2003; Karamustafaoğlu, 2003; Coştu, 2006; Saka, 2006; Ünal, 2007; Yıldırım, 2009; Kurt, 2010; Şahin, 2010).

Bilginin yapı taşları olan kavramlar zihnimizdeki soyut düşünce birimleridir. Öğrencilerin bazı kavramları anlamakta zorlandıkları ve bilimsel çevre tarafından kabul edilen fikirlere ters düşen kavramlara sahip oldukları bilinmektedir. Bilimsel çevre tarafından kabul edilenlerden farklı olarak ortaya çıkan bu öğrenci kavramaları, farklı araştırmacılar tarafından literatürde; “kavram yanlışları (misconceptions)”, (Nakhleh ve Krajcik, 1994), “alternatif kavramlar (alternative conceptions)” (Gonzalez, 1997), “öznel fikirler (naive conceptions)” (Fensham, 1988) ve “kendiliğinden oluşan bilgiler (spontaneous knowledge)” (Treagust, 1988; Eryılmaz ve Tatlı, 1998) gibi çeşitli ifadelerle yer almaktadır. Bu çalışmada öğrencilerdeki bu bilimsel olmayan yapılar için kavram yanlışlığı ifadesi kullanılacaktır. Her ne kadar bilimsel çevre tarafından bu tür kavramalar kabul görmese de, öğrencilerin zihnine iyice yerleşmiş durumdadır ve çoğu zaman değişime karşı dirençlidirler. Dolayısıyla kavram yanlışları öğrencilerin sonraki öğrenmelerini olumsuz etkilemektedir (Anderson, 1986; Canpolat vd., 2004). Bu bağlamda etkili bir kavram öğretiminin gerçekleştirilebilmesi için ilk önce öğrencilerin sahip oldukları ön bilgilerin ortaya çıkarılması gerekmektedir. Bunun yanı sıra öğrenciler için öğretilen kavramlar ders ortamı ile sınırlı kalmakta, öğrenciler bu kavramları farklı durumlara uygulayamamaktadırlar (Osborne ve Cosgrove, 1983; Nakhleh, 1992; Nicoll, 2001). Öğrencilerin öğretilen kavramları farklı durumlara uygulayabilmeleri kavramın anlaşıldığının bir göstergesidir. Bu nedenle öğrencilerin feni/kimyayı öğrenebilmeleri açısından kavramları farklı durumlara uygulayabilmeleri oldukça önemlidir (Ayas ve Demirbaş, 1997).

Bilimsel çevre tarafından kabul edilenden farklı olarak ortaya çıkan öğrenci kavramalarına bir açıklama getiren ve eğitimciler tarafından son yıllarda yaygın olarak benimsenen bir yaklaşım “yapılandırmacı (constructivist)” yaklaşımdır. Bu yaklaşımın en önemli savucularından Bordner’e (1986) göre bilginin öğretmenin kafasından öğrencinin kafasına hiçbir değişikliğe uğramadan geçme şansı çok azdır. Diğer bir ifadeyle öğrencilerin okulda kazandıkları bilgiler onların okula gelmeden önce sahip oldukları ön bilgilere ve okulun onlara sağladıklarına bağlıdır. Bu yüzden öğrencilerin ön bilgileri ve varsa kavram yanlışları ortaya çıkarılmalı ve öğretim bunlar göz önünde bulundurularak planlanmalıdır. Öğrenciler yeni kazandıkları bilgileri sahip oldukları ön bilgilerinin üzerine inşa etmektedirler. Ön bilgiler hatalıysa oluşan yeni bilgilerde hatalı olabilir.

Yapılandırmacı kuramı savunanlar, öğretmenlerin öğrencilerin önceden sahip oldukları fikirleri yani ön bilgilerini ortaya çıkararak yeni konuya başlaması gerektiğini savunmaktadırlar (Taber, 1995). Öğretmenler öğrencilerin ön bilgilerine önem verirlerse öğrenciler sahip oldukları bu bilgileri yeni öğrendikleriyle birleştirme konusunda istekli olurlar. Bu nedenle öğretim faaliyetlerinin ve etkinliklerinin planlanmasından önce öğrencilerin anlatılacak konuyla ilgili ön bilgileri ortaya çıkarılmalıdır. Alan eğitimcileri tarafından; fen bilimlerinde olduğu gibi kimya dersinde de pek çok soyut kavram ve konulara yönelik gerçekleştirilen araştırmalarda öğrenmenin yapılandırmacılığa dayalı yöntem ve tekniklerle gerçekleştirilmesinin, yüksek öğrenme başarısının yanı sıra öğrencilerde önemli sosyal gelişimlerin sağlanmasında da etkin rol oynadığı yaygın olarak belirtilmektedir (Mestre ve Touger, 1989). Ülkemizde ortaöğretim programları bir yapılandırma içerisinde olup Ortaöğretim 11. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı; öğrenme/öğretme yöntemleri, etkinlikler ve ölçme değerlendirme öğeleriyle yer yer davranışçı unsurlara yer verse de yapılandırmacı (constructivist) yaklaşımı esas alacak şekilde yeniden düzenlenmiştir (MEB, 2008). Bu nedenle, bu yaklaşıma uygun öğretmene yardımcı öğretim materyallerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Brooks ve Brooks (1999) çalışmalarında, yapılandırmacı bir öğretmende on iki önemli deneyimden bahsetmişlerdir: Yapılandırmacı öğretmen öğrenci özerkliğini ve girişimini destekler; etkileşimli materyallerle birlikte hem veri ve temel kaynakları kullanır; sınıflama, analiz, öngörme, oluşturma gibi bilişsel terminolojiyi kullanır; öğrenci geribildirimlerine göre öğretimsel stratejilerini ve içeriğini değiştirerek dersini sürdürür; kendi bilgilerini paylaşmadan önce öğrencilerin bilgilerini araştırır; öğrencileri karşılıklı konuşma için teşvik eder; açık uçlu sorularla öğrencileri düşünceli olmaya ve sorular sormaya teşvik eder; öğrencilerin geribildirimlerini detaylandırır; öğrencilerini önermeler ve tartışmalar için cesaretlendirir; sorulardan sonra bekleme zamanını sağlar; öğrencilerin bağlantıları kurmaları ve metaforlar oluşturmaları için zaman sağlar; öğrenme çemberi modelini kullanarak, öğrencilerini doğal meraklarını geliştirir.

Yukarıdaki paragrafta bahsedildiği gibi yapılandırmacı öğretmenlerin, etkileşimli materyalleri kullanmaları gerekir. Bu etkileşimli materyallerden birisi de bilgisayarlardır. Bilgisayarlar, bilgiye erişimi kolaylaştırarak öğrenmeyi desteklemektedir. Aynı zamanda bilgisayarlar zengin bir bilgi kaynağıdır ve sosyal etkileşimle öğrenmeyi de destekler (Bransford vd., 2000). “Bilgisayar teknolojisinden yararlanılarak yapılandırmacı öğrenme nasıl gerçekleşir?” sorusunu Akpınar (1999) aşağıdaki şekilde cevaplamıştır:

1. Bilgisayar ortamının farklı bilgileri hızla sunabilme gücü, özellikle kısıtlı bir kısa süreli belleğe sahip olan öğrencinin bu bilgileri kullanarak manipüle etmesi ve uzun süreli belleğe aktarması için ona yardımcı olacaktır.
2. Bireyselleştirilmiş öğrenme ortamları sayesinde birey, kısa süreli bellek ve uzun süreli bellek arasındaki etkileşimi kendisine özel bir şekilde yapacaktır.
3. Öğrencinin daha önce edinmiş olduğu zihinsel örüntülerini kısa süreli belleğine getirip sunulan yeni bilgiye bağlamasını sağlayabilecektir.
4. Ortam, bu bağlantıyı anlamlı olarak kurmasına yardım edebilir.
5. Öğrencinin kendi bilgisini test edip, değerlendirmesini sağlayarak, bilginin hatırlanmasına yardımcı olabilir.
6. Bilgisayar teknolojisi, bireyin oluşturacağı bilgileri belleğinde hem grafiksel, hem de sembolik temsillerle öğrenmeyi anlamlı, bilgi depolamayı uzun vadeli kılabilir.
7. Bilgisayar ortamı, oluşacak bilgi etkileşiminden doğan yeni örüntülerin keşfini sağlayarak, bilişsel gelişime ve bilgi birikimine yardımcı olabilir.

Bilgisayarın özellikle soyut kavramların anlaşılmasında oldukça faydalı olduğu bilinmektedir (Geban vd., 1992; Rodrigues, 1997; Gemici vd., 2001; Özdener ve Erdoğan, 2001). Özellikle soyut kavramların öğretiminde animasyon ve simülasyonları içeren Bilgisayar Destekli Öğretim (BDÖ) materyallerinin kullanılması, öğrencilerin anlamakta güçlük çektikleri kavramları zihinlerinde daha kolay yapılandırmalarını sağlamaktadır. Bu yönüyle bilgisayarlar kimya öğretiminde önemli güçlüklerden birinin aşılması konusunda önemli bir araçtır. BDÖ'nün öğrencilerin kimyadaki başarılarına, kavramsal anlamalarına ve tutumlarına olumlu etkilerde bulunduğunu ortaya koyan birçok çalışma bulunmaktadır (Cavin vd, 1981; Geban vd., 1992; Ertepinar vd., 1998; Yenice, 2003; Özmen ve Kolomuç; 2004). Fakat ülkemizde BDÖ'nün kimya öğretiminde etkili ve yaygın olarak kullanılabildiği söylenemez. Ülkemizdeki bu durumun en önemli sebepleri; (1) kimya alanında hazırlanmış BDÖ materyallerinin sayısının az olması, (2) her konunun öğretimine yönelik BDÖ materyallerinin bulunmayışı, (3) öğretmenlerin BDÖ ve uygulamaları hakkında yeterli bilgiye sahip olmamaları ve (4) BDÖ materyallerinin genellikle öğrenme-öğretme ortamlarının özelliklerini ve ihtiyaçlarını yeterince bilmeyen bilgisayar uzmanları tarafından geliştirilmesidir (Kabapınar vd., 2000; Özdener ve Erdoğan, 2001; Altın, 2001; Ayas vd., 2001b; Karataş, 2003).

Eğitim araştırmacıları, bilgisayarın öğretimde kullanılıp kullanılmayacağı konusunda değil, nasıl daha etkili bir biçimde kullanılacağı üzerinde incelemeler yapmaktadırlar. Sınıf veya laboratuvar ortamındaki kısıtlı imkânlar ile öğrencilerin derse aktif katılımının sağlanmasının zor olduğu ünitelerin öğretimi için geliştirilecek olan BDÖ materyali, öğrenciye kendi öğrenmesinde aktif rol alma imkânı sunma, anlaşılması zor olan soyut kavramları zihinlerinde daha kolay canlandırma imkânı sağlayacaktır. Dolayısıyla etkili bir öğretimin gerçekleştirilmesi için, çağdaş yaklaşımları temel alan teknolojik gelişmelerden yararlanılarak hazırlanmış farklı öğretim tekniklerinin kullanıldığı BDÖ materyallerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda, kaliteli bir kimya eğitiminin sağlanabilmesine yardımcı olabilecek; gerek öğretmenlerin gerekse öğrencilerin kolaylıkla kullanabileceği, yapılandırmacı öğrenme kuramı ile birleştirildiği bir BDÖ materyalinin geliştirilmesine ve materyalin öğrenciler üzerindeki etkilerinin nasıl olduğunun araştırılmasına ihtiyaç vardır. Ayrıca “Ortaöğretim 11. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı’nın” henüz çok yeni olması programa uygun öğretim materyallerine olan ihtiyacı göstermektedir.

Bu araştırmada kimyanın önemli konularından biri olan “Ortaöğretim 11. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı”nda yer alan ve içerisinde soyut kavramların bulunduğu “Çekirdek Kimyası” ünitesine yönelik yapılandırmacı öğrenme kuramı çerçevesinde farklı öğretim tekniklerinin bir arada kullanıldığı bilgisayar destekli rehber materyal geliştirilmiş ve bu materyalin etkililiği incelenmiştir.

1.2. Araştırmanın Problemi

Madde-atom arasındaki ilişki, bilgi-kavram arasındaki ilişkiye benzermektedir. İnsanların zihinlerindeki kavramlar ve bu kavramlar arasındaki ilişkiler bir bilgi ağını veya bilgi yapılandırmasını oluşturmaktadır. Bu bilgi yapılandırmasının temel birimleri de kavramlardır (Doymuş vd., 1998). Bireydeki bilginin temel taşı olan kavramlar, somut ve soyut kavramlar olarak incelenebilirler. Beher, erlen gibi somut eşyalarla ilgili düşünceler kişinin kendi deneyimleri neticesinde gelişebilir. Atom, denge, radyoaktivite gibi soyut kavramların ise öğrenilmesi çok daha güç ve karmaşıktır (Janiuk, 1993). Öğrenciler, temel kavramları ve bunlar arasındaki ilişkileri anlamlı olarak öğrendiklerinde daha ileri ve karmaşık konuları daha kolay öğrenebilirler (Ayas vd., 1994; Akdeniz vd., 2000). Bilimsel bilginin öğrenilmesinde kavramların doğru bir şekilde öğretilmesinin (bireyde yapılanmasının) önemi büyüktür. Ancak ülkemizde, özellikle ortaöğretim seviyesinde,

etkili kavram öğretimini sağlayabilecek çağdaş öğretim yöntem ve tekniklerinin yeterince kullanılmadığı hatta bu öğretim yöntem ve tekniklerle ilgili yeterli bilgiye sahip olunmadığı literatürde yer almaktadır (Ayas, 1993; Coştu vd., 2003; Demircioğlu vd., 2004; Karslı vd., 2009). Çağdaş öğretim yöntem ve tekniklerle ilgili yeterli bilgiye sahip olmayan öğretmenler geleneksel öğretim yöntemlerini kullanmak zorunda kalırlar. Geleneksel öğretim yöntemlerinin kullanıldığı öğretim sürecindeki çoğu öğrencinin, derste öğrendikleri bilgileri, zihinlerinde birbirinden bağımsız bilgi parçaları olarak tutmakta oldukları ve aralarındaki ilişkilendirmeyi yapamadıkları belirtilmektedir. Bu durum öğrencileri ezbere yönlendirmekte, öğrenmenin kalıcılığını da azaltmaktadır (Özmen ve Ayas, 2003; Çalık ve Ayas, 2005; Ünal, 2007). Bu bağlamda, etkili bir kavram öğretimi için çağdaş yaklaşımları temel alan ve teknoloji destekli öğretim materyallerine ihtiyaç duyulmaktadır. İlgili literatürde kavramsal anlama ve gelişimin sağlanmasında alternatif yöntem ve tekniklerin kullanılmasının etkili olduğu söylenmektedir (Besson ve Viennot, 2004; Saka ve Akdeniz, 2006; Keleş, 2007; Ünal, 2007; Çalık, Ayas ve Coll, 2010; Şahin, 2010).

Kimya kavramları içerisinde öğrencinin günlük yaşantısını yakından ilgilendiren ve öğretiminde sorunlar yaşanan konulardan biri de “Çekirdek Kimyası” ünitesidir. Bu ünite dünyadaki yaşamı etkileyen önemli bilgiler içermektedir. Literatürde öğrencilerin bu üniteye geçen kavramlarla ilgili yanlışlıkların olduğunu belirten çalışmalar bulunmaktadır (Brown ve Clement, 1987; Ronneau, 1990; Williams, 1995; Başlantı, 1999; Erçoklu, 2001; Prather ve Harrington, 2001; Yalçın, 2003; Morgil vd., 2004; Ceng vd., 2007; Dönmez Usta vd., 2009). Öğretmenlerin çoğunlukla geleneksel öğretim yöntemlerini kullandıkları ve bu yöntemlerin öğrencilerin sahip oldukları yanlışlıkları gidermede yetersiz oldukları da birçok çalışmada belirtilmiştir (Yılmaz vd., 1999; Canpolat, 2002). Bu durum, öğrencilerin sahip oldukları yanlışlıkları gidermeye yardımcı öğretim materyallerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalara ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Ancak literatürde “Çekirdek Kimyası” ünitesinde geçen kavramlarla ilgili yanlışlıkları belirlemeye yönelik çalışmalar bulunmasına rağmen, yanlışlıkların giderilmesine yönelik çalışmaların oldukça sınırlı ve yetersiz olduğu görülmektedir. Bu bağlamda, öğrencilerin ön fikirlerini dikkate alan alternatif materyallerin geliştirilmesi ve bunların etkililiğin belirlenmesi amaçlı çalışmaların yürütülmesi gerekmektedir.

Çernobil Nükleer Kazası ile Hiroşima’ya ve Nagazaki’ye atılan bombaların etkilerinin canlılar için üzücü olması, “radyoaktivite” veya “radyasyon” kavramının

olumsuzluklarla birlikte düşünülmesine neden olmaktadır (Max, 1993; Cohen, 1998). Oysa radyasyonun öğrencilere, toplum sağlığı için önemli olan hastalıkların teşhisinde kullanıldığı ve çevre dostu bir teknoloji olduğu bilinci de kazandırılmalıdır (Morgil vd., 2004). Radyoaktivitenin öğretiminde radyasyonun gaz hali, ultraviyole, radyoaktif kaya parçası gibi güncel hayatla ilişkili örneklerle yer verilmelidir (Andersson, 1986). Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde, öğrencinin aktif olarak yaşadığı dünya ile öğrendiği kavramları ilişkilendirmesini sağlayan modern yapıda kimya öğretim programlarına ve öğretim materyallerine rastlanmaktadır. Bu kapsamda literatürde öğretmen ve öğrencinin ihtiyaçlarına yönelik kapsamlı öğretim programları ve materyaller hazırlanmıştır (Stout, 2000).

Her ne kadar öğretmenler eğitim öğretim faaliyetleri içerisinde öğretme işinden sorumlu bireyler olsa da her geçen gün giderek artan bilgi birikimi ve eğitim anlayışındaki değişimler ve yenilenmeler, öğretmenlerin de kendilerini geliştirmelerini gerektirmektedir. Elbette öğretmenlerin yenilenen programların kullanılmasını önerdiği öğretim yöntemlerini, ölçme değerlendirme yaklaşımlarını hemen öğrenmelerini ve uygulamaya geçirmelerini beklemek yanlış olur (Canpolat, 2002). Ortaöğretim programının henüz çok yeni olması nedeniyle, öğretmenlerin program hakkında bilgi sahibi olmaları ve uygulanması konusunda tecrübe kazanmaları belirli bir öğrenme ve deneme-yanılma süreci sonunda gerçekleşecektir. Maliyet, zaman ve emek kaybının en aza indirilmesi için öğretmenlerin yeni programın felsefesine dayalı alternatif öğretim materyallerine ihtiyaç duydukları aşikârdır. Literatürde öğretmenlerin etkinlik geliştirme veya bulma; bazı konuların öğrenci merkezli etkinliklere elverişli olmaması nedeniyle geleneksel yöntemleri kullanmak zorunda kalma; programdaki konu ve kavramların yoğunluğu nedeniyle zaman sıkıntısı yaşama; derslerin işlenişinde uygulanması önerilen öğretim yöntem ve teknikleri hakkında bilgi sahibi olmama konularında sıkıntılar yaşadıklarını ifade eden bulgulara rastlanılmaktadır (URL-5, 2010). Bu bulguların yanı sıra literatürde öğretmenler, programda hangi kavramlara ne kadar vakit ayrılacağını bahsedilmediğini ve programın içeriğinin öğretime nasıl yansıtacaklarını bilmediklerini belirtmektedirler (Ceng vd., 2010; URL-5, 2010). Bu durumda yeni programa uygun ünite bazında geliştirilen materyaller bir ihtiyaç olmaktan çok zorunluluk haline gelmiştir.

Bu düşüncelerden hareketle kimya kavramlarını anlamayı geliştirici ve bu kavramları yaşanan dünya ile ilişkilendirebilen kavram veya konu bazında modern materyaller hazırlamanın kimya eğitimine katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Bu araştırmanın ana problemini, “Ortaöğretim 11. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı’nda yer alan Çekirdek Kimyası ünitesindeki kavramlara yönelik yapılandırmacı öğrenme kuramının dört aşamalı modeline göre geliştirilen, farklı öğretim teknikleri ile zenginleştirilmiş, bilgisayar destekli öğretim materyalinin uygulanmasının öğrenciler üzerindeki etkisi nedir?” sorusu oluşturmaktadır. Bu temel problemi aşağıdaki alt problemler etrafında incelemek hedeflenmiştir:

1. Geliştirilen materyalin öğrencilerin Çekirdek Kimyası ünitesine yönelik tutumlarına etkisi nasıldır?
2. Geliştirilen materyalin öğrencilerin Çekirdek Kimyası ünitesindeki kavramsal anlamalarına etkisi nasıldır?
3. Geliştirilen materyalin öğrencilerin Çekirdek Kimyası ünitesindeki başarılarına etkisi nasıldır?
4. Geliştirilen materyalin ve uygulama sürecinin etkililiği ile ilgili örneklemdeki öğrencilerin görüşleri nelerdir?

1.3. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

Türkiye, eğitim alanındaki konumunu belirlemek amacıyla pek çok sayıda ülkenin de katıldığı uluslararası düzeyde yapılan ölçme ve değerlendirme çalışmalarından olan TIMSS ve PISA’ya katılmaktadır. TIMSS (1999) raporlarına göre Türkiye genel sıralamada 38 ülkeden 33. olurken, PISA’da (2003) ise 41 ülkeden fen alanında 36. olmuştur. Ayrıca okullar arasındaki başarı farklılığının en fazla olduğu ülke de Türkiye olmuştur (Bağcı Kılıç, 2003). Türkiye PISA (2009) raporlarına göre ise fen okuryazarlığında dünya genelinde 65 ülkeden 43. olmuştur (URL-8, 2011). Türkiye 2009 PISA sonuçlarına göre sınırlı bir iyileşme göstermektedir. PISA sonuçlarında belirgin bir değişikliğin elde edilebilmesi için eğitimdeki niceliksel değişiklikleri niteliksel değişikliklerin takip etmesi gerekmektedir (Çelen vd., 2011). TIMSS ve PISA rapor sonuçlarındaki ülkemiz açısından bu olumsuzluklar, program geliştirme ve değerlendirme çalışmalarında özellikle öğrencilerin olaylara bilimsel yaklaşımlarına, çözüm üretmelerine ve bilgiye kendilerinin ulaşmalarını sağlamaya yönelik çalışmaların yapılmasını gerekli kılmaktadır (URL-1, 2009). Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), mevcut okullardaki öğrenci başarısını artırıcı, öğretmenlerin kullanımına sunulacak uygulanabilir programların hazırlanması yolunda yeniden bir yapılandırmaya gitmiştir. Bu nedenle MEB, 2004-2005 öğretim

yılında köklü bir program değişikliği yaparak, ilköğretim programlarını yapılandırmacı yaklaşımı esas alarak yeniden düzenlemiştir. Benzer değişimin ortaöğretim programlarında da yapılması kararlaştırılmış, ancak tüm derslerin her seviyedeki programları henüz tam olarak yeniden yapılandırılmamıştır (MEB, 2007). Verilmesi gereken konuların bir listesi olmaktan ileri gidemeyen kimya öğretim programları, bu doğrultuda yeniden yapılandırılan öğretim programları arasındadır. “Ortaöğretim 11. Sınıf Kimya Dersi Öğreti Programı” öğrencilerden, bilim ve teknoloji üzerine çalışma yapmanın önemini sorgulamalarını; kimyanın ekonomik ve sosyal alanda uygulanabilirliğini irdelemelerini; dünyayı yorumlamada bilimsel yaklaşımın ve sorgulayıcı düşüncenin önemini kavramalarını; bilimsel gelişmelerin toplumsal ve sosyal maliyetini irdelemelerini; doğal fenomenleri, endüstriyel süreçleri ve çevre problemlerini açıklamalarını; öğrendiklerini kullanabilme yetisine sahip olmalarını beklemektedir (MEB, 2008). Fen eğitimindeki reform çabaları, bilgisayar teknolojisi ile öğrenme ve öğretme etkinliklerinin birlikte kullanımını gerektirmektedir. Ülkemizdeki sosyo-ekonomik koşullar ve mevcut yapı göz önüne alındığında bilgi ve iletişim teknolojilerine erişim olanakları sınırlı olmasına rağmen okullardaki teknoloji kullanımının öğrencilere olumlu getirilerinin olduğu bilinmektedir (Balım vd., 2009). Milli Eğitim Bakanlığı ve Ulaştırma Bakanlığı’nca ortak yürütülecek olan ve Kasım 2010’da kamuoyuna duyurulan Fatih Projesi ile eğitim ve öğretimde niteliği artırmak, fırsat eşitliğini sağlanmak amaçlanmaktadır. Fatih projesi eğitim sisteminde yeni bir dönemi beraberinde getirme potansiyeline sahiptir. Bu proje ile sınıfların birer “teknoloji merkezi” haline dönüştürülmesi düşünülmektedir (Çelen vd., 2011). Teknoloji merkezi haline gelen sınıflarda öğrencilerin kalıcı öğrenmelerinin sağlanabilmesi amacıyla birden fazla duyuya hitap edebilecek çoklu ortamların kullanımını sağlayacak çalışmalar önemlidir. Bu nedenle öğrencilerin bilgiye ulaşma yollarını öğrenebilmeleri; kavram, prensip ya da yasaları bizzat kendilerinin yapılandırabilmeleri; öğrenme ortamına aktif olarak katılabilmeleri sağlanmalıdır. Bu bağlamda, öğrencilerin ön fikirleri ve kavram yanılgılarını dikkate alan etkinlik ya da deneyleri içeren, öğretmen için konunun öğretiminde kullanabilecek bilgisayar destekli materyali ve bu materyalin öğretim sırasında nasıl kullanılacağı bilgisini içeren, öğrenciler için ise derste kullanabilecekleri farklı materyaller sunan bu araştırma büyük önem taşımaktadır.

Çekirdek Kimyası ünitesi medya veya diğer kitle iletişim araçlarından genellikle Çernobil Nükleer Kazası, Hiroşima ve Nagazaki’ye atılan bombalar ve bunların canlılar üzerindeki olumsuz etkileri ile bilinmektedir. Ayrıca Çekirdek Kimyası ünitesi sadece okul

hayatı içerisinde gerekli olan bir ünite değildir. Radyasyonun etkisinde kalmanın yol açtığı hastalıklar ve verdiği zararlar nedeniyle, Çekirdek Kimyası ünitesinde geçen radyasyon hakkında bilgi sahibi olmak hayati bir önem taşımaktadır. Bu hayati öneme rağmen “radyasyon” kavramı veya ilişkili diğer kavramlara yönelik literatürde, öğrenci anlamalarını araştıran veya onların konuyla ilgili kavram yanılgılarını gidermeye yönelik sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Geliştirilmiş olan bilgisayar destekli öğretim materyali ile bu ünitedeki kavramların günlük hayatla iç içe olduğu ve insan hayatını kolaylaştıran ve yaşam kalitesini artıran birçok teknolojinin esası olduğu da öğrencilere çeşitli örneklerle gösterilecektir. Bilgisayar destekli öğretim materyali ile radyoaktivitenin birçok hastalığın teşhis ve tedavisinde kullanılması, ülkelerin enerji ihtiyaçlarının karşılanması gibi birçok olumlu durumun da kaynağı olduğunu fark etmeleri de sağlanacaktır. Bu yönüyle araştırma öğrencilerin sadece konuyla ilgili anlamalarını geliştiren değil, kimya konularının günlük hayatla bağlaşık olduğunu, kimya alanındaki bilgilerin yaşamı kolaylaştıran teknolojiler olarak günlük yaşam içerisinde yer aldığını görmelerine ve okulda gördükleri kimya kavramlarını yaşadıkları dünya ile ilişkilendirmelerine imkân sağlayacaktır. Bu durum onların özelde Çekirdek Kimyası (ünitesi) genelde ise kimya konularına karşı olumlu tutum geliştirmelerini sağlayacaktır. Bu bakımdan araştırma önem taşımaktadır.

Öğretmenler yapılandırmacı yaklaşıma uygun hazırlanmış bilgisayar destekli bu öğretim materyali sayesinde, yapılandırmacı yaklaşıma uygun bir öğretme/öğrenme ortamının nasıl hazırlanması gerektiği, bu yaklaşımı esas alan öğretimde ne tür etkinliklere yer verilmesi gerektiği, bu etkinliklerde öğretmen ve öğrencinin alması gereken roller hakkında deneyim kazanarak, bu sayede öğretimleri esnasında güçlük çektikleri diğer kimya konuları ile ilgili benzer etkinlikler geliştirmeye gayret edeceklerdir.

Araştırma sonucunda Çekirdek Kimyası ünitesinin öğretimi için yapılandırmacı yaklaşıma dayalı olarak geliştirilmiş olan bilgisayar destekli öğretim materyali, MEB’in yayınladığı yeni 11. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı ile uyumlu, yapılandırmacı yaklaşıma uygun hazırlanmış, çeşitli deney ve etkinlikleri içeren, içerisindeki animasyonlarla öğrencilerin kavramları kolay anlamalarını ve zihinlerinde daha kolay canlandırmalarını sağlayacak bir öğretim materyali olarak ortaya çıkmıştır. Bugün tüm okullarda veya en kötü ihtimal çoğu okulda bilgisayar sınıflarının olduğu düşünüldüğünde, yeni kimya programına uygun olarak hazırlanmış bilgisayar destekli öğretim materyalinin sınırlı fen veya kimya laboratuvarı olanaklarına sahip MEB okullarında bile Çekirdek

Kimyası ünitesindeki kavramların yeterli olanaklara sahip diğer okullardaki uygulamalarla eşit şartlarda öğretimine imkân sağlayacaktır.

Özetle, bu araştırma ile öğrencilerin konuyla ilgili anlamalarının ve başarılarının geliştirilmesi, konuyla ilgili olumsuz tutum ve düşüncelerinin değiştirilmesi açısından; öğretmenlere yapılandırmacı yaklaşıma uygun öğretim hakkında bilgi ve deneyim sahibi olma fırsatı vermesi açısından ve literatüre hem öğrenci yanılgılarını belirleme hem de bu yanılgıları gidermede kullanılabilecek somut öğretim materyali ve kapsamlı bir rapor sağlaması açısından katkı sağlanılacağına inanılmaktadır.

1.4. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, Ortaöğretim 11. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı'nda yer alan “Çekirdek Kimyası” ünitesindeki kavramlara yönelik yapılandırmacı öğrenme kuramının dört aşamalı modeline göre farklı öğretim tekniklerinin bir arada kullanıldığı bilgisayar destekli öğretim materyali geliştirmek ve bu materyalin öğrencilerin tutumları, kavramsal anlamaları ve başarıları üzerine etkililiğini değerlendirmektir. Araştırmanın alt amaçları ise şöyledir:

1. Geliştirilen materyalin öğrencilerin üniteye yönelik tutumları üzerine etkisini belirlemek
2. Geliştirilen materyalin öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerine etkisini belirlemek
3. Geliştirilen materyalin öğrencilerin Çekirdek Kimyası ünitesindeki başarıları üzerine etkisini belirlemek
4. Geliştirilen materyalin ve uygulama sürecinin etkililiği ile ilgili öğrencilerin görüşlerini belirlemek.

1.5. Araştırmanın Varsayımları

1. Örneklemdeki öğrencilerin araştırmada kullanılan tutum ölçeğine, testlere ve mülakat sorularına verdikleri cevapların konuya yönelik tutumları, araştırılan kavram ya da olay ile ilgili anlamaları tam olarak yansıttığı varsayılmıştır.

2. Öğrencilerin tutum ölçeğinden, kavram ve başarı testlerinden aldıkları puanlar üniteye yönelik tutumlarını, kavramsal anlamalarını ve başarılarını tam olarak yansıtmaktadır.

3. Öğrencilerin tutum ölçeğine, kavram ve başarı testlerine samimiyetle ve başkalarından etkilenmeden cevap verdikleri varsayılmıştır.

4. Araştırmada geliştirilen materyallerin alan eğitimcileri ve uzmanların görüşlerinin alınarak hazırlanması, materyallerin geçerliliğini ve güvenilirliğini artırmaktadır.

1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Bu araştırma Giresun ili Görele ilçe merkezindeki iki okul ile sınırlıdır. Araştırmanın örneklemi biri Anadolu Lisesi (A) biri genel lise (G) olan bu okulların 11. sınıflarında öğrenim gören toplam 35 öğrenci oluşturmaktadır.

2. Araştırma Ortaöğretim 11. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı'nda yer alan "Çekirdek Kimyası" ünitesi ile sınırlıdır.

3. Öğrencilerin bazılarının uygulama süreci boyunca yaptıkları devamsızlıklar, onların araştırılan kavramlarla ilgili tutumlarını, anlama düzeylerini veya başarılarını olumsuz etkilemiş olabilir.

1.7. Konu ile İlgili Literatür

Bu bölümde araştırmada kullanılan öğrenme kuramlarına, öğretim tekniklerine ve araştırma konusu olan kavramlara yönelik literatürden elde edilen bilgiler yer almaktadır. İlk olarak yapılandırmacı öğrenme kuramı ve bu kuramın dört aşamalı modeli, sonrasında ise Çekirdek Kimyası ünitesi ve bilgisayar destekli öğretim ile ilgili literatür yer almaktadır.

1.7.1. Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı

Yapılandırmacı kuram, öğretim sürecinde öğrencilerin kendi öğrenmelerinden sorumlu olmalarını ve kendi davranışlarını kontrol etmelerini savunan zihinsel bir teoridir. Bu kurama göre birey bilgiyi dışarıdan hazır olarak almamakta, yeni bilgiler ile eski bilgilerini karşılaştırmakta ve zihinlerinde yeniden yapılandırmaktadır (Bodner, 1986;

Wittrock, 1992; Palmer, 1999; Ayas, 1995a; Ayas vd., 1997). Öğrenen, öğrenme ortamına birtakım ön bilgiler ile gelir ve yeni bilgileri bu ön bilgileri üzerine inşa eder. Bu ön bilgiler hatalı ise onlar üzerine inşa edilen yeni bilgiler de hatalı olabilir. Bu yüzden öğrenende mevcut olan ön bilgiler ortaya çıkarılmalı ve öğretim buna göre planlanmalıdır (Hewson ve Hewson, 1984). Yapılandırmacı kuram, öğretmen merkezli öğrencinin pasif olduğu geleneksel öğretim yöntemlerinin aksine, öğrencinin öğrenme sürecinde çok aktif olması gerektiğini savunur. Bu kuramda, bilgi her bir öğrenen tarafından bireysel olarak yapılandırılır, öğrenen kendisine ulaşan bilgileri aynen almamaktadır. Bu süreçte bireyin ön bilgileri, bireysel özellikleri ve öğrenme ortamı son derece önemlidir (Wittrock, 1992; Fung, 2000; Özmen, 2004).

Yapılandırmacı öğrenme kuramı öğrenmenin nasıl gerçekleştiği ve yanlış anlamaların nasıl oluştuğuna yönelik sorulara mantıklı açıklamalar getirmektedir. Yapılandırmacı öğrenme kuramına göre bireyin yeni kazandığı bilgiler ile eski bilgileri çelişmiyorsa birey bu bilgileri hemen kabullenebilir (özümseme veya asimilasyon). Yeni öğrenilen bilgiler ile eski bilgiler çelişiyorsa öğrencinin kafası karışır. Buna zihin dengesizliği denir. Bu zihin dengesizliğinin ortadan kaldırılabilmesi için zihin yeniden yapılandırmaya girer. Bu yapılanma üç farklı şekilde olabilir: (a) Birey yeni kazandığı bilgiyi göz ardı eder, (b) birey yeni kazandığı deneyimi zihninde kendine uygun tarzda değiştirerek kabullenir, (c) birey düşünme tarzını yeni kazandığı bilgiyi kabullenecek şekilde değiştirir. İdeal bir öğrenme bireyin düşünme tarzını yeni kazandığı bilgiyi kabullenecek şekilde değiştirmesidir (Bodner, 1986; Özmen, 2004; Çepni vd., 2005; Çalık, 2006). Yerleştirme işlemi başarılı bir şekilde gerçekleştiğinde insan zihni yeniden yapılır. Buna kendi kendine ayarlama denir. İnsan zihni hayatı boyunca dışarıdan sürekli bilgi aldığı için özümleme ve kendi kendini ayarlama sürekli olarak meydana gelir. Birey dışarıdan bilgi almadan da zihninde çeşitli sorular üreterek ve bu sorulara cevap bularak yeni birtakım bilgilere sahip olabilir. Bu duruma yaratıcılık denir (Çepni vd., 2000; Özmen, 2004; Çepni vd., 2005; Çalık, 2006).

Son 20-30 yılda etkisini göstermeye başlayan yapılandırmacı öğrenme kuramı, ülkemizde 2000'li yılların başından beri etkisini göstermektedir (Bağcı ve Kılıç, 2001; MEB, 2005; MEB, 2008). Programların yapılandırmacı öğrenme kuramını yansıtabilmesi için en önemli rol öğretmenlere düşmektedir. Bu nedenle öğretmenlerin yapılandırmacı kuram hakkında bilgi sahibi olmaları son derece önemlidir (Akpınar ve Ergin, 2005). Bu kuramı kabullenip sınıflarında uygulayacak olan öğretmenin bazı davranışları

göstermesinin beklenildiği ifade edilmektedir (Nakiboğlu, 1999). Bu davranışlar, (a) öğrenci cevaplarının yanlış ya da doğru olduklarına dikkat etmeden sorgular, (b) öğrencilerin verdikleri cevabı açıklamaları için ısrar eder, (c) öğrencilerin açıklayamadıkları kelimeleri ya da eşitsizlikleri kullanmalarına izin vermez, (d) öğrencileri kendi cevaplarını vermeleri konusunda cesaretlendirir şeklinde sıralanabilir. Yapılandırmacı kuramı benimsemiş bir fen/kimya öğretmenin geleneksel öğrenme yaklaşımını benimsemiş bir fen/kimya öğretmeninden farkı, konu ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları ön bilgileri ortaya çıkarma; öğrenciler arası bireysel farklılıkları dikkate alma; öğrencileri okul dışında da fen/kimya ile ilgili etkinlikler ile uğraşmalarını destekleme; öğretmen-veli-öğrenci ilişkisinde süreklilik sağlama; çoklu bilgi kaynakları kullanma ve öğrencileri bu konuda teşvik etme; bilginin dinamik yapısını kabul etme ve kendini sürekli olarak yenileme; öğrencilerin bilgiye ulaşma yollarını öğrenmelerine fırsat sunma; süreç değerlendirmesi yapma ve öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve devinışsel gelişimlerini çoklu değerlendirme yöntemleri ile değerlendirme; öğrenci ürünlerini sınıf içerisinde sergileme ve öğrencileri çeşitli projeler yapmaya teşvik etme şeklinde sıralanabilir (Akpınar ve Ergin, 2005). Bunları göz önünde bulundurarak öğrenme ortamlarını planlayan yapılandırmacı bir fen/kimya öğretmeni, öğrencilerin bilgiye ulaştığı, iletişim becerilerinin arttığı, ürünlerinin sınıf içerisinde sergilendiği, fene/kimyaya karşı olumlu tutumun arttığı fen/kimya öğretimi gerçekleştirilebilir.

1.7.1.1. Yapılandırmacı Öğrenme Kuramının Dört Aşamalı Modeli

Yapılandırmacı öğrenme kuramının fen bilimleri eğitiminde kullanımına yönelik çeşitli modeller önerilmektedir. Bu modellerden bazıları; dört aşamalı model, 5E modeli, 7E ve 9E modelleridir. Dört aşamalı model öğretmenlerin yapılandırmacı öğrenme kuramını sınıf içerisinde kolaylıkla uygulayabilmelerinde oldukça etkili bir yoldur (Bybee, 1997). Bu model öğrenciler tarafından ilginç ve eğlenceli bulunmakta, öğrencilerin motivasyonunu ve yüksek düzeydeki düşünme becerilerini artırarak, onları kavram ya da konu üzerinde düşünmeye teşvik etmekte ve deneyerek öğrenmelerine olanak sağlamaktadır (Yılmaz ve Huyugüzel Çavaş, 2006). Bu araştırmanın örneklemini ile aynı sınıf düzeyinde yapılan dört aşamalı modele dayalı çalışmalarda bu modelin etkili olduğu belirlenmiştir (Yıldırım, 2009; Kurt, 2010). Ayrıca bu modelin kullanıldığı araştırmalarda, öğrenci başarıları açısından olumlu sonuçlar gözlenmiştir (Çalık, 2008; Çalık, Ayas ve

Coll, 2010). Araştırma kapsamında dört aşamalı modele göre materyal geliştirilmesinin nedeni bu modelin uygulamadaki olumlu özellikleri ve etkililiğidir. Bu bölümde dört aşamalı model ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

Bu modeli Ayas (1995) literatüre dayalı olarak kavramsal değişimi başarmak amacıyla önermiştir. Bu model okul ortamında dört aşamalı olarak uygulanmaktadır. Modelin aşamaları aşağıda verilmektedir.

Birinci aşama: Bu aşamada öğrencilerin konuya/kavrama dikkatleri çekilir ve konu/kavram ile ilgili ön bilgileri belirlenmeye çalışılır. Öğrenciler yeni bilgiyi eski bilgileri ile ilişkilendirip zihinlerinde yapılandıracakları için ön bilgilerin, varsa bu ön bilgilerden yanlış olanların düzeltilmesi oldukça önemlidir. Böylece öğretim etkinliklerinin öğrencilerin düzeyine göre hazırlanması olanaklı hale gelir.

İkinci aşama (odaklanma aşaması): Bu aşamada öğretilmesi istenilen deneyimlerin kazandırılması için öğrencilere zengin öğrenme yaşantıları geçirmeleri sağlanır. Öğretmen öğrencilerin öğrenme sürecinde aktif olmalarını ve konuya odaklanmalarını sağlayacak farklı öğretim yöntemlerinden (grup çalışması, beyin fırtınası, sınıf tartışması vb.) yararlanır.

Üçüncü aşama (mücadele): Bu aşama öğrencilerin kavramlar ile ilgili yeni öğrendiklerini ön bilgileri ile karşılaştırdıkları, sorguladıkları ve değiştirdikleri aşamadır. Öğretmen bu aşamada diğer aşamalara göre biraz daha aktif hale gelir. Verilmek istenen kavram öğretmen tarafından farklı öğretim yöntemleri kullanılarak, sınıf düzeyine uygun olarak verilir. Öğretmen ayrıca öğrencilerin konu ile ilgili sorular sormasına olanak sağlayarak konunun öğrencilerce tamamen anlaşılmasına yardımcı olur.

Dördüncü aşama (uygulama aşaması): Bu aşama öğrencilerin yeni öğrendikleri bilgileri farklı durumlara uyguladıkları aşamadır. Bunun sağlanması için öğrenme-öğretme sürecinde öğrencilere kavramla ilgili problem çözme, kompozisyon yazma, günlük hayatla ilişkilendirme gibi etkinlikler yaptırılabilir. Bu aşamanın en önemli özelliği yeni kazanılan kavramların farklı uygulamalarda pekiştirilmesinin amaçlanmasıdır (Ayas, 1995a; Özmen, 2004; Çepni vd., 2005; Çalık, 2006).

Bu araştırmada yapılandırmacı öğrenme kuramının dört aşamalı modeline göre bilgisayar destekli öğretim materyali geliştirilmiş, uygulanmış ve bu materyalin öğrencilerin tutumları, kavramsal anlamaları ve başarıları üzerine etkililiği değerlendirilmiştir. Yukarıdaki paragraflarda yapılandırmacı öğrenme kuramı ve bu kuramın dört aşamalı modeli ile ilgili bilgiler yer almaktadır. İlerleyen kısımda

yapılandırmacı öğrenme kuramının dört aşamalı modeline yönelik yapılan bazı çalışmalara yer verilmektedir.

1.7.1.2. Yapılandırmacı Öğrenme Kuramının Dört Aşamalı Modeline Yönelik Yapılan Bazı Çalışmalar

Çalık (2006) çalışmasında, ortaöğretim kimya programında bulunan “Maddenin Yoğun Fazları” ünitesi içerisinde yer alan çözeltiler konusuna yönelik yapılandırmacı öğrenme kuramının dört aşamalı modeline göre materyal geliştirmiş ve öğrenci başarısına etkisini araştırmıştır. Çalışmada kavramsal değişim metinleri, çalışma yaprağı ve analogi kullanılmıştır. Çalışmanın örneklemini, aynı okuldan seçilen iki farklı şubedeki toplam 44 (22+22) öğrenci oluşturmuştur. Veri toplama araçları; kavram başarı testi, öğrencinin kendini değerlendirme testi, gözlem ve klinik mülakatlardır. Kavram başarı testi ön-son ve gecikmiş test olarak uygulanmıştır. Kavramsal değişimin farklı düzeyde gerçekleştiği (en fazla, normal ve en az) altı öğrenci ile klinik mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Tek yönlü ANOVA bulguları istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğunu göstermiş, çoklu karşılaştırmada ise son test ve gecikmiş test lehine anlamlı bir farklılığın olduğu gözlenmiştir. Çalışma bulguları, uygulanan etkinliklerin ve materyallerin öğrencilerin alternatif kavramlarını değiştirmekte etkili olduğunu göstermektedir.

Yılmaz ve Huyugüzel Çavaş (2006) çalışmalarında, yapılandırmacı öğrenme kuramının dört aşamalı modeline dayalı, fen bilgisi öğrenme döngüsü yönteminin, altıncı sınıf öğrencilerinin elektrik konusunu anlamalarına olan etkisini araştırmışlardır. Çalışmanın örneklemini 79 altıncı sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Çalışmalarında, öğrencilerin elektrik konusu ile ilgili kavram yanılgılarını ortaya koymak ve konu ile ilgili ön bilgilerini açığa çıkarmak amacıyla akan elektrik konusu ile ilgili başarı testi kullanmışlardır. Ayrıca likert tipli fen derslerine karşı tutum ölçeği kullanmışlardır. Hem başarı testi hem tutum ölçeği ön ve son test olarak örnekleme uygulanmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular sonucunda; yapılandırmacı öğrenme kuramının dört aşamalı modeline dayalı fen bilgisi öğrenme döngüsü yönteminin geleneksel öğretime göre, öğrencilerin akan elektrik konusunda başarıları ve fen bilgisi dersine karşı tutumları üzerinde daha etkili olduğu saptanmıştır.

Yıldırım (2009) çalışmasında, ortaöğretim kimya programında bulunan “Kimyasal Denge” ünitesi içerisinde yer alan dengenin dinamik yapısı ve dengeye etki eden faktörler

konularının öğretimine yönelik yapılandırmacı öğrenme kuramının dört aşamalı modeline dayalı, öğrencilerdeki mevcut kavram yanlışlarını dikkate alan, farklı okul ve öğrenci ihtiyaçlarına yönelik öğretmen rehber materyalleri geliştirmiş ve etkisini araştırmıştır. Çalışmada, çalışma yaprakları ve analogiler kullanılmıştır. Çalışmanın örneklemini, bir Anadolu lisesi ve bir genel lisedeki üç farklı şubeden seçilen toplam 134 öğrenci oluşturmuştur. Veri toplama araçları; kimyasal denge kavram testi, mülakat, gözlem ve doküman analizidir. Kimyasal denge kavram testi ön ve son test olarak uygulanmıştır. İstatistiksel analiz ile grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalar yapılmıştır. Gruplar arasında yapılan karşılaştırmalarda, genel lisede laboratuara dayalı öğretim alan deney grubu ile kontrol grubu arasında laboratuara dayalı grubun lehine anlamlı bir farklılığın olduğu belirlenmiştir. Anadolu lisesinde ise laboratuara dayalı öğretim alan grupla analogiye dayalı öğretim alan gruplar arasında, laboratuara dayalı grubun lehine; laboratuvar ve analogiye dayalı gruplar arasında kontrol grupları arasında ise deney grupları lehine anlamlı bir farklılığın olduğu belirlenmiştir. Çalışma bulguları, öğrencilerin Le Chatelier prensibinden yola çıkarak yanlış nedenler ileri sürerek doğru sonuçlara ulaştıklarını göstermektedir.

Kurt (2010) çalışmasında, ortaöğretim kimya programında bulunan “Kimyasal Reaksiyonların Hızı” ünitesinde yer alan kavramlara yönelik yapılandırmacı öğrenme kuramının dört aşamalı modeline göre materyal geliştirmiş, uygulamış ve etkililiğini değerlendirmiştir. Çalışmada, çalışma yaprakları kullanılmıştır. Çalışmanın örneklemini, bir lisenin 11. sınıfında öğrenim gören iki farklı sınıftaki 41 öğrenci oluşturmuştur. Veri toplama araçları; kavramsal anlama testi, gerçek yaşamla ilişkilendirme testi, gözlem ve mülakatlardır. Kavramsal anlama ve gerçek yaşamla ilişkilendirme testleri ön-son test olarak uygulanmıştır. Çalışmadan elde edilen nicel veriler; Wilcoxon İşaretli Sıralar testi ve Mann Whitney U testi ile analiz edilirken nitel veriler nitel teknikler kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmanın bulguları, deney ve kontrol grubu arasında hem kavramsal anlama hem de gerçek yaşamla ilişkilendirme başarısı yönünden deney grubunun lehine istatistiksel olarak anlamlılık ifade etmektedir. Çalışmanın bulgularından, kimyasal reaksiyonların hızı konusundaki kavramların anlaşılmasının önemli bir nedeninin mikro seviyedeki süreçlerin öğrenciler tarafından yeterli düzeyde kavranılamaması olduğu belirlenmiştir. Ayrıca uygulamaların öğrencilerin ilgisini çektiği, kimyanın gerçek yaşamla ilişkili yönlerini fark etmelerini sağladığı ve kalıcı öğrenmeye katkı yaptığı tespit edilmiştir.

1.7.2. Bilgisayar Destekli Öğretim (BDÖ)

Bilgisayar destekli öğretimin, literatürde değişik tanımlamaları yapılmaktadır. Bilgisayar destekli öğretiminin en genel tanımı, bilgisayarların öğretimde bir araç olarak kullanılmalarıdır (Akkoyunlu, 1998). Bilgisayarın ders içeriklerini sunma, başka yöntemler ile öğrenileni tekrar etme, problem çözme, alıştırma yapma gibi etkinliklerde öğretme-öğrenme sürecinde kullanılması ile ilgili uygulamalara da “bilgisayar destekli öğretim” denilmektedir (Sönmez, 2003).

Eğitimciler tarafından bilgisayar destekli öğretim yöntemi son zamanlarda yaygın olarak kabul görmektedir. Bilgisayar destekli öğretim yönteminin son zamanlarda yaygın olarak kabul görmesinin nedenleri arasında öğretilecek bilgi miktarının artması, sınıftaki öğrenci sayısının çoğalması, öğretmen yetersizliği, bilgisayarların özelliklerinin giderek gelişmesi, çağdaş eğitim yaklaşımlarının değişmesi, toplumun ve nitelikli insan profilinin değişmesi, eğitimde bireysel farklılıkları öne çıkaran uygulamaların önem kazanması sayılabilir (Keser, 1993; Alev, 1997; Alkan, 1998; Ayas vd., 2001a; Karataş, 2003; Yiğit ve Akdeniz, 2003; Ünal, 2007). Geleneksel öğretim yöntemi ile bilgisayar destekli öğretim yöntemi arasında temel farklılık etkileşimdir (Akpınar, 1999). Geleneksel öğretimde öğretmen öğrenciler ile sınırlı düzeyde etkileşime girebilir. Öğrencilerin bireysel özelliklerine ve ihtiyaçlarına göre hazırlanmış bilgisayar destekli yazılımlar aracılığıyla öğrenciler ile yüksek düzeyde etkileşime girmek ve öğrencilere anında geri bildirim vermek mümkündür (Kibar, 2006). Bilgisayar destekli öğretim yönteminin geleneksel öğretim yöntemine göre öğrenci başarılarını artırmada daha etkili olduğunu gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (Demircioğlu ve Geban, 1996; Erdoğan, 2000; Akdeniz ve Yiğit, 2001; Sezgin ve Köymen, 2002; Yiğit ve Akdeniz, 2003; Saka ve Yılmaz, 2005; Kıyıcı ve Yumuşak, 2005). Bilgisayar destekli öğretim ile başarıyı artırmanın yanı sıra öğrencilerde üst düzey düşünme becerilerinin gelişmesinin sağladığı, dolayısı ile öğrencilerin ezberden çok kavrayarak öğrendiği görülmüştür (Renshaw ve Taylor, 2000). Bilgisayar destekli öğretim ile öğrenciler farklı deneyimler yaşamakla kalmaz, öğrenmede zorlandıkları konuların anlaşılması da kolaylaşır (Hannafin ve Foshay, 2008).

Öğretmenler eğitim-öğretim sürecinin en önemli öğelerinden biri olup sınıftaki öğretme-öğrenme sürecinden birinci derece sorumlu olan kişilerdir. Bu nedenle öğretmenlerin çağdaş öğretim yöntemlerini ve teknolojiyi kullanmaları, eğitim kalitesinin artırılması açısından önemlidir (Reis, 2004). Ülkemizde Milli Eğitim Bakanlığı'na

geliştirilen birçok proje ile bilgisayar destekli öğretimin yaygınlaştırılması ve geliştirilmesine önem verilmektedir. Bugün hemen hemen tüm okullarda bilgisayarlar mevcuttur ve birçok okulda bilgisayar laboratuvarı kurulmaktadır (Çepni vd., 2006). Fatih projesi ile de sınıfların birer “teknoloji merkezi” haline dönüştürülmesi planlanmaktadır (Çelen vd., 2011).

Bilgisayar destekli öğretimin, eğitimde kullanılmasının sağladığı yararlar literatürde şu şekilde bahsedilmektedir:

1. Öğrencilerin konuyu kendi hızlarına göre öğrenmelerini sağlar (Akkoyunlu, 1998; Odabaşı, 1998; Yanpar ve Yıldırım, 1999).
2. Öğrencilerin derse etkin katılımlarını sağlar (İşman, 2001).
3. Öğretimsel etkinliklerin niteliğini ve niceliğini artırır (Yanpar ve Yıldırım, 1999).
4. Fen kavramlarını basit simülasyonlar ile canlandırarak anlaşılabilir hale getirebilmektedir (Taş, 2006).
5. Günlük hayatta zaman, mekan ve malzeme kullanımı açısından, sıkıntı yaşanan deneylerin animasyon, simülasyon ve sanal deney ortamlarında gerçekleşmesine imkan sağlar (Ayas vd., 1997; Özden ve Erdoğan, 2001).
6. Laboratuvarda yapılması tehlikeli olan deneylerin, bilgisayar ortamında güvenli yapılmasını sağlamaktadır (Ayas, Yılmaz ve Tekin, 2001a).
7. Laboratuvarda uzun sürede yapılan deneylerin, kısa sürede yapılmasına ve aynı deneylerin birkaç kez tekrarlanmasına imkân sağlar (Yılmaz ve Saka, 2005).
8. Öğrenciler performanslarını izleme olanağı bulurlar (Yanpar ve Yıldırım, 1999).

Bilgisayar destekli öğretimin literatürde belirtilen bu olumlu yanlarının yanı sıra eğitimde kullanılmasının bazı sınırlılıkları da literatürde şu şekilde ifade edilmektedir:

1. Öğrencilerin sosyo-psikolojik gelişimlerini engeller (Odabaşı, 1998).
2. Hazırlanması çok kolay değildir ve zaman alıcıdır (Taş, 2006; Saka 2006).
3. Eğitim programını destekler nitelikte olmayabilir ve öğretimsel niteliği zayıf olabilir (Yanpar ve Yıldırım, 1999).

Bilgisayar destekli öğretimin literatürde bahsedilen olumsuzluklarının, genellikle okulların alt yapıları gibi fiziksel koşullardan ve bu yöntemi kullanacak olan öğretmenlerin bilgi ve deneyim eksikliklerinden kaynaklandığı söylenebilir (Ünal, 2007). Demirel (2005) çalışmasında, öğretmen konuyu işlerken sahip olduğu donanım ve yazılım imkânlarına konunun ve öğrencinin özelliklerine göre bilgisayarı derste değişik yerlerde ve zamanlarda kullanabileceğini belirtmiştir. Bu kullanım biçimleri aşağıda şu şekilde sıralanabilir:

1. Öğretmen konuyu işler, dersi kaçıran ya da anlamayanlar için tekrar bir fırsat sağlanabilir. Burada bilgisayarın rolü özel öğretmen statüsünde olmasıdır.
2. Öğretmenin konuyu işledikten sonra değerlendirmeyi bilgisayar yardımıyla yapması şeklinde olabilir.
3. Öğretmen konuyu sınıfta işler, uygulama ve alıştırma çalışmaları bilgisayarla yapılır. Konu bilgisayarla işlenir, öğretmen danışmanlık yapar, öğrencileri denetler.

Öğretmenlerin bilgisayar destekli öğretimi uygulamaları açısından özellikle fen dersleri içerik yönünden çok elverişlidir. Bunun nedeni fen derslerinde bilimsel kavram ve prensiplerin çok olması ve ders yazılımları kullanılırken uygun öğretim yöntem ve tekniklerinin kullanılarak öğrenciye aktarılabilmesidir (Hounshell ve Hill, 1989). Fen dersleri içerisinde kimya özellikle soyut kavramları ve gözlenemeyen olayları içermesi nedeniyle bilgisayar destekli öğretimin gerçekleştirilmesine çok elverişli bir derstir (Geban ve Demircioğlu, 1996). Kimya günlük hayatta gerçekleşen olayları moleküler boyutta gerçekleştirilen etkileşimler ve semboller ile açıklayan bir bilim dalıdır (Vermaat vd., 2003). Fakat moleküler düzeyde gerçekleşen çoğu tanecik hareketlidir ve kimyanın moleküler düzeyi çoğunlukla dinamik süreçleri içermektedir. Bu dinamik süreçlerin görselleştirilmesinde hareketli animasyonları kullanmak etkili olmaktadır. Özellikle gözlenemeyen moleküler düzey için hazırlanan animasyonlar kimya ile ilgili öğrenci anlamalarını artırmada önemli araçlardan biridir (White, 1988).

Yukarıdaki paragraflarda bilgisayar destekli öğretim ile ilgili genel bilgiler verilmiştir. İlerleyen bölümde literatürde yer alan bilgisayar destekli öğretim ile ilgili yapılan bazı çalışmalar sunulmaktadır.

1.7.2.1. BDÖ ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar

Literatürde bilgisayar destekli öğretimin öğrencilerin tutum, kavramsal anlama ve başarılarını geliştirmede etkili olduğunu ifade eden birçok çalışma yer almaktadır. Bu çalışmalardan bazıları bu bölümde özetlenmiştir.

Nakhleh (1994) çalışmasında, üniversite kimya öğrencilerinin asit-baz titrasyonlarında gerçekleşen değişmelerinin neler olduğunu konusunda ne düşündüklerini belirlemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla öğrencilerini üç gruba ayırmıştır. Araştırmacı HCl, CH₃COOH ve H₃PO₄'ün NaOH ile titrasyonlarını indikatör, pH metre ve pH problu

mikrobilgisayar kullanarak yaptırmıştır. İndikatör ile çalışan öğrenci grubu titrasyonlarda kimyasal indikatör, pH metre ile çalışan öğrenci grubu titrasyonlarında pH metre cihazını kullanmışlardır. Mikrobilgisayar kullanan öğrenciler ise ekranda titrasyonların yapılışını ve erlendeki renk değişimini izlemişlerdir. Aynı zamanda mikrobilgisayar kullanan öğrenci grubu ekranın bir köşesinde titrasyon sürecinde pH-V baz grafiğinin çizilmesini de izlemişlerdir. Çalışmada deneylerden önce ve sonra öğrenciler ile mülakatlar yürütülerek veriler toplanmıştır. Çalışma sonunda öğrencilerin deneylerden sonra da olaylar ile ilgili kavramları mikroskobik seviyede şekillerle gösterimlerinde fazla bir değişiklik olmadığı belirlenmiştir. Buna neden olarak öğrencilerin atom, iyon ve molekül kavramları ile ilgili yeterli bilgilerinin olmadığı düşünülmektedir.

Harwood ve McMahon (1997) çalışmalarında, derslerin gösteri (video) ortamda yürütülmesinin ortaöğretim kimya okulundaki öğrencilerin başarı ve tutumlarına etkisini araştırmayı amaçlamışlardır. Çalışmanın örneklemini 450 ortaöğretim kimya öğrencilerinden oluşan deney ve kontrol grupları oluşturmaktadır. Deney grubu öğrencilerine World of Chemistry video serisi ile eğitim yapılarak öğrencilerin kimyasal başarı ve tutumları değerlendirilmiştir. Yapılan sınav sonucunda video ortamındaki öğrencilerin daha başarılı oldukları sonucuna varılmıştır. Ayrıca video gösterisinin öğrencilerin kimyasal tutum ve başarısına olumlu yönde etki yaptığı belirlenmiştir.

Ebenezer (2001) çalışmasında, çözeltiler konusunun animasyonla öğretiminin öğrenci başarısı üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmanın örneklemini 17 (10 erkek 7 kız) ortaöğretim 11. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Deney gruplarında dersler animasyonlar ile yürütülmüştür. Çalışmanın sonucunda çözeltiler konusunda animasyonların, öğrencilerin kavramları öğrenmelerinde, keşfetmelerinde olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Coştu vd., (2002) çalışmalarında, hal değişimleri ile ilgili olarak belirledikleri kavram yanlışlarını gidermek üzere bilgisayar destekli öğretim materyali geliştirmişler ve bu materyalin öğrencilerdeki etkisini incelemişlerdir. Çalışmanın örneklemini 27’şer kişiden oluşan iki deney ve kontrol sınıfında bulunan ilköğretim 8. sınıf öğrencileri oluşturmuştur. Deney grubunda dersler, hazırlanmış olan bilgisayar destekli rehber materyaller ile kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemleri ile işlenmiştir. Veri toplama aracı olarak aynı hedef davranışları ölçmeyi amaçlayan farklı sorulardan oluşan ön ve son testler kullanılmıştır. Elde edilen veriler sonucunda bilgisayar destekli öğretim materyalinin, öğrencilerin hal değişimi grafiğinde göstermiş oldukları yanlışları çoğunlukla önlediği belirlenmiştir.

Akçay vd., (2003a) çalışmalarında, çözeltiler konusunun öğretimine yönelik bilgisayar ortamında hazırlanan benzeşim ve canlandırmaların etkisini araştırmışlardır. Çalışmanın örneklemini 84 (42 deney 42 kontrol) lise 2. sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Veri toplama araçları Bilimsel Başarı Testi, Kimya Tutum Ölçeği, Benzeşim Tutum Ölçeği ve Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi'dir. Deney grubundaki öğrenciler farklı bilgisayar programları yardımıyla oluşturulmuş benzeşim ve canlandırmalarla konuyu işlerken kontrol grubunda dersler geleneksel yöntemler ile işlenmiştir. Çalışma sonucunda, benzeşimlerin kullanıldığı deney grubu öğrencilerinin geleneksel öğretim yöntemlerinin kullanıldığı kontrol grubu öğrencilerine göre başarılarının daha fazla arttığı ve deney grubu öğrencilerinin kimyaya karşı tutumlarında olumlu yönde ve anlamlı düzeyde farklılık olduğu belirlenmiştir.

Yenice vd., (2003) çalışmalarında, çağdaş program geliştirme tekniklerine uygun olarak hazırlanmış yeni Fen Bilgisi Dersi Öğretim Programı'nın hedeflerine ulaşma düzeyine bilgisayar destekli öğretimin etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın örneklemini 35 kontrol, 35 deney olmak üzere toplam 70 ilköğretim sekizinci sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Ünitelerin hedefleri kontrol grubuna geleneksel yöntemle, deney grubuna ise bilgisayar ortamında kazandırılmaya çalışılmıştır. Veri toplama aracı olarak Fen Bilgisi Erişi Testi kullanılmıştır. Fen Bilgisi Erişi Testi örnekleme ön ve son test olarak uygulanmıştır. Elde edilen veriler t testi ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda fen bilgisi dersinin hedeflerine ulaşma düzeyi, bilgisayar destekli öğretim yöntemi uygulanan grubun lehine anlamlı bulunmuştur.

Özmen ve Kolomuç (2004) çalışmalarında, öğrencilerin bilgisayar destekli öğretimin çözeltiler konusundaki başarıları üzerine etkilerini geleneksel yöntemle karşılaştırmışlardır. Çalışmanın örneklemini 40'ar kişiden oluşan deney ve kontrol grubundaki toplam 80 lise ikinci sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Veri toplama aracı olarak 20 çoktan seçmeli ve 5 açık uçlu sorudan oluşan karma bir test kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda bilgisayar ile öğretim yapılan öğrencilerin açık uçlu sorulardaki başarılarının geleneksel öğretim yapılan öğrencilerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ancak çoktan seçmeli sorularda anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir. Her ne kadar bilgisayar destekli öğretimin uygulandığı grubun başarısı kontrol grubuna göre daha fazla olsa da her iki yöntemin de istenilen düzeyde başarı sağlayamadığı belirlenmiştir.

Sırabaşı (2006) çalışmasında, bilgisayar destekli öğretimin lise öğrencilerinin asit-baz ve pH konusunu öğrenmedeki başarıları ve kimyaya karşı tutumları üzerine etkisini

geleneksel yöntemle karşılaştırmayı amaçlamıştır. Çalışmanın örneklemini 45 ortaöğretim onuncu sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışmanın örneklemini deney ve kontrol grubu olmak üzere rastgele iki gruba ayrılmıştır. Dersler kontrol grubunda geleneksel öğretim yöntemi ile deney grubunda ise Macromedia Flash 5 programı ile hazırlanan bilgisayar destekli öğretim yöntemi ile yürütülmüştür. Çalışmada ön-son test kontrol grubu araştırma deseni kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak Mantısal Düşünme Testi, Kimya Tutum Ölçeği ve Kimya Bilgi Testi kullanılmıştır. Veri toplama araçlarından elde edilen veriler istatistik biliminden yararlanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonuçları bilgisayar ortamında işlenen derslerin geleneksel öğretim yöntemleri ile birlikte etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca bilgisayar destekli öğretimin sınıf ortamlarında kullanılmasının verimli olabileceği ve öğrencilerin derse karşı tutumlarını olumlu yönde değiştirebileceği sonucuna varılmıştır.

Ünal (2007) çalışmasında, “Kimyasal Bağlar” konusunun öğretiminde kavramsal değişim metinlerinin ve bilgisayar destekli öğretim materyalinin birlikte kullanımının öğrenci fikirlerindeki kavramsal değişimi sağlamada ne derece etkili olduğunu araştırmıştır. Özel durum yönteminin kullanıldığı çalışmanın örneklemini 30 lise birinci sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Veri toplama aracı olarak Kavram Başarı Testi ve mülakatlar kullanılmıştır. Kavram başarı testi örnekleme ön, son ve gecikmiş test olarak uygulanmıştır. Mülakatlar kavramsal değişimin en az, orta ve en çok düzeyde gerçekleştiği öğrenciler ve uygulama öğretmeni ile öğretim sonrasında gerçekleştirilmiştir. Testin farklı uygulamalarının istatistiksel analizlerinden elde edilen sonuçlar, son ve gecikmiş testler lehine anlamlı bir farklılığın olduğunu göstermektedir. Ayrıca hazırlanan öğretim materyalinin kavramsal değişimi sağlamada başarılı olmasının yanında bu değişimin öğrenci zihninde kalıcı olmasını da sağladığı ortaya çıkmıştır.

Karaduman ve Emrahoğlu (2011) çalışmalarında, maddenin tanecikli yapısı ünitesinin öğretiminde bilgisayar destekli ve bilgisayar temelli öğretim yöntemlerinin, akademik başarıya ve kalıcılığa etkisini araştırmışlardır. Çalışmanın örnekleminin 78 altıncı sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışmada yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Çalışmanın veri toplama araçları olarak, Fen ve Teknoloji Akademik Başarı Testi kullanılmıştır. Fen ve Teknoloji Akademik Başarı Testi öğrencilere ön, son ve kalıcılık testi olarak uygulanmıştır. Elde edilen veriler SPSS paket programı ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, hem bilgisayar destekli hem de bilgisayar temelli öğretim yönteminin öğrencilerin akademik başarılarını ve kalıcılıklarını olumlu yönde etkilediği,

akademik başarı ve kalıcılığı artırmada, bilgisayar temelli öğretim yönteminin, bilgisayar destekli öğretim yönteminden daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Tatlı (2011) çalışmasında, Ortaöğretim 9. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı'nda yer alan "Kimyasal Değişimler" ünitesi kapsamındaki deneylerin yürütülmesi için etkileşimli bir sanal kimya laboratuvarı geliştirmiş, uygulamış ve etkililiğini değerlendirmiştir. Çalışmanın örneklemini toplam 90 dokuzuncu sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Çalışmanın veri toplama araçları: Kimyasal Değişim Ünitesi Başarı Testi, Kimya Dersine Yönelik Tutum Testi, Laboratuvar Araç Gereçlerini Tanıma Testi, Öğretim Felsefesi Anketi, mülakat ve gözlemdir. Veri toplama araçlarından elde edilen veriler SPSS paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen veriler sonucunda, sanal kimya laboratuvarı yazılımının en az gerçek kimya laboratuvarı kadar etkili olduğu ve yapılandırmacı bir öğrenme ortamı oluşmasına olumlu yönde etki yaptığı görülmüştür.

Yeşilyurt ve Gül (2011) çalışmalarında, ortaöğretim öğrencilerinin bilgisayar ve bilgisayar kullanımlarına yönelik tutum ve görüşlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın örneklemini Erzurum il merkezindeki iki genel lise ve bir Anadolu Öğretmen Lisesi'ndeki biyoloji dersini almış 171 ortaöğretim öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışmada survey yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın veri toplama aracı 61 maddeden oluşan bir ankettir. Veri toplama aracından elde edilen veriler SPSS 12.0 istatistiksel programıyla değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler okullar açısından karşılaştırıldığında genel liseler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı ancak genel liseler ile Anadolu Öğretmen Lisesi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin ödev zorunluluğu dışında bilgisayar kullanmada asıl amaçlarının internet yoluyla chat, oyun, müzik ve video olduğu yönünde bulgular elde edilmiştir.

Yukarıdaki paragraflarda bilgisayar destekli öğretim ile ilgili yapılan bazı çalışmalara yer verilmiştir. Bu çalışmalar Tablo 1'de özetlenerek sunulmuştur.

Tablo 1. Bilgisayar destekli öğretim ile ilgili yapılan bazı çalışmalar

Yazar(lar)	Araştırılan Konu	Örneklem	Veri Toplama Araçları	Çalışmanın Sonuçları
Nakhleh (1994)	Üniversite kimya öğrencilerinin asit-baz titrasyonlarında gerçekleşen değişmelerinin neler olduğunu konusunda ne düşündüklerini belirlemek	Üniversite kimya öğrencileri	Mülakat	Öğrencilerin deneylerden sonra da olaylar ile ilgili kavramları mikroskopik seviyede şekillerle gösterimlerinde fazla bir değişiklik olmadığı belirlenmiştir.
Harwood ve McMahon (1997)	Derslerin gösteri (video) ortamında yürütülmesinin ortaöğretim kimya okullundaki öğrencilerin başarı ve tutumlarına etkisi	450 ortaöğretim kimya öğrencisi	Test	Video ortamındaki öğrencilerin daha başarılı oldukları sonucuna varılmıştır. Ayrıca video gösterisinin öğrencilerin kimyasal tutum ve başarısına olumlu yönde etki yaptığı belirlenmiştir.
Ebenezer (2001)	Çözeltiler konusunun animasyonla öğretiminin öğrenci başarısı üzerine etkisi	11. sınıf öğrencileri	Test	Çözeltiler konusunda animasyonların, öğrencilerin kavramları öğrenmelerinde, keşfetmelerinde olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir.
Coştu vd., (2002)	Hal değişimi konusunda geliştirilen BDÖ materyalinin öğrenci yanılgılarının giderilmesinde etkililiği	8. sınıf öğrencileri	Kavram testleri	BDÖ materyali hal değişimi grafiklerinin çizimi ile ilgili öğrenci yanılgılarının çoğunun giderilmesinde etkili olmuştur.
Akçay vd., (2003)	Çözeltiler konusunun öğretimine yönelik bilgisayar ortamında hazırlanan benzeşim ve canlandırmaların etkisi	10. sınıf öğrencileri	Bilimsel Başarı Testi, Kimya Tutum Ölçeği, Benzeşim Tutum Ölçeği ve Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi	Benzeşimlerin kullanıldığı deney grubu öğrencilerinde geleneksel öğretim yöntemlerinin kullanıldığı kontrol grubu öğrencilerine göre başarılarının daha fazla arttığı ve deney grubu öğrencilerin kimyaya karşı tutumlarında olumlu yönde ve anlamlı düzeyde farklılık olduğu belirlenmiştir.
Yenice (2003)	Çağdaş program geliştirme tekniklerine uygun olarak hazırlanmış yeni Fen Bilgisi Dersi Öğretim Programı'nın hedeflerine ulaşma düzeyine bilgisayar destekli öğretimin etkisini belirlemek	8. sınıf öğrencileri	Fen Bilgisi Erişi Testi	Fen bilgisi dersinin hedeflerine ulaşma düzeyi, bilgisayar destekli öğretim yöntemi uygulanan grubun lehine anlamlı bulunmuştur.

Tablo 1'in devamı

Özmen ve Kolomuç (2004)	Çözeltiler konusunda bilgisayar öğretiminin öğrenciler üzerindeki başarının geleneksel yöntemle karşılaştırılması	10. sınıf öğrencileri	Karma test	Bilgisayar ile öğretim yapılan öğrencilerin açık uçlu sorulardaki başarılarının geleneksel öğretim yapılan öğrencilerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ancak çoktan seçmeli sorularda anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir. Her iki yöntemin istenilen düzeyde bir başarıyı sağlayamadığı belirlenmiştir.
Sırabaşı (2006)	Bilgisayar destekli öğretimin lise öğrencilerinin asit-baz ve pH konusunu öğrenmedeki başarıları ve kimyaya karşı tutumları üzerine etkisini geleneksel yöntemle karşılaştırılması	10. sınıf öğrencileri	Mantısal Düşünme Testi, Kimya Tutum Ölçeği ve Kimya Bilgi Testi	Bilgisayar ortamında işlenen derslerin geleneksel öğretim yöntemleri ile birlikte etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bilgisayar destekli öğretimin sınıf ortamlarında kullanılmasının verimli olabileceği ve öğrencilerin derse karşı tutumlarını olumlu yönde değiştirebileceği sonucuna varılmıştır.
Ünal (2007)	“Kimyasal Bağlar” konusunun öğretiminde kavramsal değişim metinlerinin ve BDÖ materyalinin birlikte kullanımının öğrenci fikirlerindeki kavramsal değişimi sağlamada ne derece etkilidir?	9. sınıf öğrencileri	Kavram-Başarı Testi, Mülakat	Hazırlanan öğretim materyalinin kavramsal değişimi sağlamada başarılı olmasının yanında bu değişimin öğrenci zihninde kalıcı olmasını da sağladığı ortaya çıkmıştır.
Karaduman ve Emrahoğlu (2011)	Maddenin tanecikli yapısı ünitesinin öğretiminde bilgisayar destekli ve bilgisayar temelli öğretim yöntemlerinin, akademik başarıya ve kalıcılığa etkisi	78 altıncı sınıf öğrencisi	Fen ve Teknoloji Akademik Başarı Testi	Hem bilgisayar destekli hem de bilgisayar temelli öğretim yönteminin öğrencilerin akademik başarılarını ve kalıcılıklarını olumlu yönde etkilediği, akademik başarı ve kalıcılığı artırmada, bilgisayar temelli öğretim yönteminin, bilgisayar destekli öğretim yönteminden daha etkili olduğu belirlenmiştir.
Tatlı (2011)	Kimyasal değişimler ünitesindeki deneylere yönelik sanal kimya laboratuvarı geliştirmek, uygulamak ve değerlendirmek	9. sınıf öğrencileri	Başarı testi, Tutum Testi, Laboratuvar Araç Gereçlerini Tanıma Testi, Öğretim Felsefesi Anketi, mülakat, gözlem	Sanal kimya laboratuvarı yazılımının en az gerçek kimya laboratuvarı kadar etkili olduğu ve yapılandırmacı bir öğrenme ortamı oluşmasına olumlu yönde etki yaptığı görülmüştür.

Tablo 1'in devamı

Yeşilyurt ve Gül (2011)	Ortaöğretim öğrencilerinin bilgisayar ve bilgisayar kullanımlarına yönelik tutum ve görüşlerinin belirlenmesi	174 lise öğrencisi	Anket	Genel liseler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı ancak genel liseler ile Anadolu Öğretmen Lisesi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin ödev zorunluluğu dışında bilgisayar kullanmada asıl amaçlarının internet yoluyla chat, oyun, müzik ve video olduğu yönünde bulgular elde edilmiştir.
-------------------------	---	--------------------	-------	---

Bilgisayar destekli öğretim ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde asit-baz, çözeltiler, kimyasal bağlar, maddenin tanecikli yapısı, kimyasal değişimler ve hal değişimi konularında BDÖ materyallerinin kullanıldığı görülmektedir. Literatürde 2010 yılında yürürlüğe giren Ortaöğretim 11. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı'nda yer alan Çekirdek Kimyası ünitesine ve bu üniteye geçen kavramlara yönelik BDÖ materyalinin kullanıldığı çalışmalara rastlanılmamıştır. Bu bakımdan araştırma kapsamında geliştirilen ve kullanılan BDÖ materyalinin literatürde kimya eğitimi alanındaki bu eksikliği kısmen giderebileceği düşünülmektedir. İncelenen çalışmalarda veri toplama aracı olarak kavram testleri, kavram-başarı testleri, başarı testleri, kimya dersine ve bilgisayara yönelik tutum deki çalışmalar incelendiğinde, Çekirdek Kimyası ünitesine yönelik tutum ölçeğinin, kavram ve başarı testlerinin birlikte kullanılmadığı görülmektedir. Bu bağlamda araştırmanın kimya eğitimi alanındaki bu eksikliği de kısmen gidereceği düşünülmektedir.

1.7.3. Çekirdek Kimyası Ünitesi

Daha önce yürürlükte olan ortaöğretim kimya dersi öğretim programında yeni adıyla “Çekirdek Kimyası” ünitesi, 10. sınıflarda “Radyoaktivite” ünitesi olarak yer almaktaydı. Radyoaktivite ünitesi:

1. Atom çekirdeğinin yapısı,
2. Radyoaktif bozunmalar,
3. Bozunma çeşitleri,
4. Tabii ve suni radyoaktiflik,

5. Radyoaktif bozunma hızı ve
6. Çekirdek reaksiyonları konu başlıklarından oluşmaktaydı.

Ortaöğretim Kimya Dersi 11. Sınıf Öğretim Programı 2010-2011 eğitim-öğretim yılında yürürlüğe girmiştir. Kimya Dersi 11. Sınıf Öğretim Programı'nın beşinci ünitesi “Çekirdek Kimyası” ünitesidir. Bu ünite:

1. Çekirdeğin yapısı ve kararlılık,
2. Yapay çekirdek reaksiyonlar, fisyon ve füzyon,
3. Aktivite, radyoaktif ışınların sayımı ve sağlığa etkisi,
4. Radyoaktif maddelerin kullanım alanları konu başlıklarından oluşmaktadır (MEB, 2008).

Ortaöğretim Kimya Dersi 11. Sınıf Öğretim Programı'nın Çekirdek Kimyası ünitesi incelendiğinde; her bir kavrama ait kazanımlara, kazanımlar ile ilgili açıklamalara, derslerin işleniş derinliğine ve etkinlik örneklerine, kuark, lepton gibi atom altı tanecikler ile ilgili yeni kavramlara yer verildiği, işlemsel boyuttan çok kavramsal boyuta ağırlık verildiği, ünitenin ders saatinin artırıldığı ve örnek değerlendirme etkinliklerine de yer verildiği görülmektedir. İlerleyen bölümde Çekirdek Kimyası ünitesi ve bu üniteye geçen kavramlar ile ilgili yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

1.7.3.1. Çekirdek Kimyası Ünitesi ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar

Literatürde Çekirdek Kimyası ünitesi ve bu üniteye geçen kavramlara yönelik sahip olunan kavram yanlışlarının belirlendiği çalışmalar yer almaktadır. Bu çalışmalardan bazıları bu bölümde özetlenmiştir.

Lijnse vd., (1990) çalışmalarında, öğrencilerin Çernobil Nükleer kazasında hakkındaki bilgilerini araştırmayı amaçlamışlardır. Çalışmanın örneklemini Hollanda'da ilköğretimin ikinci kısmında 312 öğrenci oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak açık uçlu sorular kullanılmıştır. Öğrencilerde konu hakkında yanlış kavramlar tespit edilmiştir. Ayrıca daha önceki çalışmalarda medyada tespit edilen konu hakkındaki yanlış kavramlar ile bu çalışmada tespit edilen öğrenci yanlış kavramlarının uyduğu görülmüştür.

Başlantı (1999) çalışmasında, ortaöğretim öğrencilerinde “Radyoaktivite” ünitesi ve bu üniteye geçen kavramlar ile ilgili mevcut kavram yanlışlarını belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmanın örneklemini 30 ortaöğretim öğrencisi oluşturmuştur. Veri toplama aracı mülakatlardır. Mülakatlar sonucunda öğrencilerde konu ile ilgili bazı yanlış kavramlar

tespit edilmiştir. Bu yanlış kavramalar, “periyodik tabloya bakıldığında elementler arasında radyoaktif element yoktur”, “radyoaktif maddeler insanları zehirler”, “elementler atomlardan oluşmuştur ve atom bombası da element atomlarının yıkımından oluşmuştur, dolayısıyla atom bombası periyodik cetveldeki atomlardan yapılmıştır”, “uranyum elementlerini çarpışması durumunda uranyum elementi çatlar” ve “radyoaktif elementler nükleer santrallerde muhafaza edilir” şeklindedir.

Nakiboğlu ve Bülbül (2000) çalışmalarında, radyoaktivite ünitesinin yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı işlenmesinin öğrenci başarısı üzerine etkisini belirlemeyi amaçlayan bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu amaçla lise 3. sınıftaki 24 öğrenci deney grubu diğer bir lise 3. sınıfındaki 23 öğrenci ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Deney grubunda yapılandırmacı öğretim kuramına dayalı olarak dersler işlenilmiştir. Kontrol grubunda ise anlatım yöntemi kullanılmıştır. Çalışma sonunda deney grubunun daha başarılı olduğu belirtilmiştir. Ayrıca öğrencilerin derse daha istekli katıldıkları, derste bulunmaktan sıkılmadıkları ve hatta yapılan grup çalışmaları nedeniyle güzel bir rekabet ortamının ortaya çıktığı gözlemlenmiştir.

Alsop (2001) çalışmasında, radyoaktif kaynakların ve radyasyonun etkileri, radon gazının etkileri ve radyoaktifliğin ve radon gazının tehlikelerini öğretmeyi amaçlamıştır. Çalışmanın örneklemini yaşları 18-24 arasında değişen eğitimini yarıda bırakmış otuz öğrenci oluşturmuştur. Öğrencilere hazırlanan 20 senaryo ile konunun öğretimi gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. 30 kişi iki gruba ayrılmıştır. Birinci grup yüksek seviyede radyasyon içermeyen coğrafik bölgede hayatlarını sürdürürken, ikinci grup yüksek seviyede radyasyon içeren coğrafik bölgede yaşamıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin pek çok kavram yanılgısına sahip oldukları radyoaktiflik ile ilgili düşüncelerini açıklarken daha önce yaşanan nükleer olaylardan etkilendikleri yüksek seviyede radyasyon ile yaşayanların radyasyon ile ilgili bilgi sahibi oldukları ancak radyoaktiflik ile ilgili yeterli bilgilerinin olmadığı ortaya çıkmıştır.

Erçoklu (2001) çalışmasında, lise 2. sınıf öğrencilerinde çekirdek tepkimeleri ve radyoaktiflik konusunda yanlış kavramların tespiti amacıyla bir çalışma yapmıştır. Bu amaçla 13 öğrenci ile mülakatlar yürütülmüş ve toplam 180 öğrenciye de konuyla ilgili bir test uygulanmıştır. Çalışmada öğrencilerin, “radyoaktif tepkimeler değerlik elektronları sayesinde gerçekleşir ve böylece çekirdek korunur”, “çekirdek tepkimelerinde kütle korunur”, “radyoaktif element bileşik oluşturduğunda radyoaktif özelliğini kaybeder”, “izotop atomların yarılanma süreleri aynıdır”, “radyoaktif maddelerin yarılanma süresi

maddenin fiziksel haline bağlıdır”, “yarılanma süresi tam dolmadan radyoaktif maddede değişiklik olmaz”, “yarılanma süresi değişir” ve “radyoaktif maddenin yarılanma süresi sonunda kütlesi azalacağı için yarı ömür süresi de azalır” gibi birçok yanılgıya sahip oldukları ortaya çıkmıştır.

Prather ve Harrington (2001) çalışmalarında, öğrencilerde “radyasyona maruz kalma” ve “kirlenme” kavramlarıyla ilgili yanlış anlamaların olup olmadığını tespit etmeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla 277 öğrenciyi iki farklı durumla karşı karşıya getirmişlerdir. İlk durumda öğrencilerden bir çileğin radyoaktif bir maddeye maruz bırakıldığını düşünmeleri istenmiş ve verilen bu örnekte radyoaktif kaynak, radyasyon ve çilekten hangisinin radyoaktif olduğunu belirlemeleri istenmiştir. Öğrencilerin sadece %22’si doğru cevabı yani kaynağın radyoaktif olduğunu söylemişlerdir. Öğrencilerin %75’i ise çilek ve radyasyonun da radyoaktif olduğunu belirtmişlerdir. İkinci durumda ise kaynak çilekten uzaklaştırılmıştır. Öğrencilere çileğin radyasyon kaynağı haline gelip gelmediği sorulduğunda öğrencilerin %40’ından doğru cevap alınmıştır. %54’ü ise çileğin radyasyon kaynağı olduğunu düşünmektedir. Aynı durumda çileğin radyoaktif olup olmadığı sorulduğunda öğrencilerin %31’i doğru cevap vermişlerdir. %63’ü ise çileğin radyoaktif olduğunu belirtmişlerdir.

Matsuuar ve Iırı (2002) çalışmalarında, nükleer enerji ve reaktörlerin gücünün mekanizması hakkında öğrencilerin sahip oldukları bilgileri belirlemeyi amaçlamışlardır. 15-18 yaş aralığındaki öğrenciler bu çalışmanın örneklemini oluşturmuştur. Bu örneklem üzerinden veriler toplanarak aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Bilginin kazanımında eğitim sisteminin içeriği ve öğretmenlerin etkisi önemlidir. Japon öğretmenlerin genel olarak kendilerin de bu konu hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıkları bir gerçektir.
2. Radyoaktivite konusu müfredatta son haftalarda yer almaktadır. Konu sürenin yetersiz olmasından dolayı işlenememektedir.
3. Radyoaktivite konusu diğer derslerle desteklenmemektedir. Bu konu fizik, kimya, biyoloji paralel bilimlerinin her üçünün de kapsamındadır.
4. Radyasyon ve radyoaktiviteyle ilgili “radyasyon fobisi” ya da “nükleer alerji” sınıflarda da hissedilmektedir.

Tezcan vd., (2002) çalışmalarında, radyoaktivite konusunun öğretiminde işbirlikçi öğrenme yöntemi ile geleneksel yöntemin başarıya olan etkisini araştırmışlardır. Geleneksel yöntemin uygulandığı kontrol grubunu 34 öğrenci oluştururken işbirlikçi

öğrenme yönteminin uygulandığı deney grubunu ise 45 öğrenci oluşturmuştur. Veriler 15 soruluk Radyoaktivite Kavram Testi ile toplanmıştır. Çalışma sonucunda, işbirlikçi öğrenme yönteminin geleneksel öğrenme yönteminden daha başarılı olduğu saptanmıştır.

Yalçın (2003) çalışmasında, öğrencilerin ön bilgileri, mantıksal düşünme yetenekleri ve bilişsel işlem becerileri kontrol altına alındığında radyoaktivite ve çekirdek tepkimesi konusunda başarılarına ve kavramsal algılamalarına geleneksel öğretim yöntemi ile yapılandırmacı öğretimin etkisini araştırmayı amaç edinmiştir. Çalışmasının ilk aşamasında konu ile ilgili literatür araştırması yaparak ülkemizde ve diğer ülkelerdeki öğrencilerin yanlış kavramalarını derlemiştir. Deney grubunu 35, kontrol grubunu ise 26 öğrenci oluşturmuştur. Öğretimden önce ve sonra kontrol ve deney grubundaki öğrencilere çeşitli testler uygulanmıştır. Her iki gruptan toplam 8 öğrenci ile mülakatlar yürütülmüştür. Çalışma sonucunda yapılandırmacı öğretimin geleneksel öğretim yöntemine göre konunun öğretiminde daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca her iki gruptaki öğrencilerin; atom modeli, radyoaktivite, radyoaktif element, radyoaktif madde kavramları, radyoaktif özellik, radyasyon, nükleer tepkimeler, doğal ve yapay radyoaktiflik, radyasyona maruz kalma ve kirlenme ve yarı ömür kavramlarıyla ilgili yanlış kavramalara sahip oldukları tespit edilmiştir.

Morgil vd., (2004) çalışmalarında radyoaktivite konusunda bazı sorulara cevap bulmayı amaç edinmişlerdir. Bu sorular; “Konu lise 2. sınıf ders kitaplarında hangi kapsamda anlatılmıştır?”, “Konunun hangi kapsamda anlatılması gerekmektedir?”, ve “Öğrencilerin konu hakkındaki bilgileri ve yeterlilik düzeyleri nedir?” şeklindedir. 184 lise iki öğrencisi çalışmanın örneklemini oluşturmuştur. Örneklemin konu hakkındaki bilgilerini test etmek amacıyla Radyoaktivite Bilgi Testi uygulamışlardır. Çalışma sonucunda, öğrencilerin bilgilerinin yalnızca ders kitaplarındakiyle sınırlı olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca çevre, sağlık ve endüstride büyük önem taşıyan radyasyon teknolojisi kavramını tam olarak açıklayamadıkları ve kullanım alanları konusunda yetersiz bilgiye sahip oldukları saptanmıştır. Konunun uygulamalarının bilgisayar destekli yapılmasının öğrenciyi pasif rolden aktif hale getireceği de ifade edilmiştir.

Yalçın ve Kılıç (2005) çalışmalarında, radyoaktivite konusundaki yanlış kavramaları ve ders kitaplarının yanlış kavramalara etkisini araştırmayı amaçlamışlardır. Çalışmanın ilk aşamasında literatürdeki yanlış kavramlar tespit edilmiş ve radyoaktivite kavram testi hazırlanmıştır. Çalışmada test 63 öğrenciye uygulandıktan sonra bazı öğrencilerle mülakatlar yürütülmüştür. Hem test hem de mülakat verileri dikkate alınarak öğrencilerde

konu ile ilgili yanlış kavramlar tespit edilmiştir. İkinci aşamada ise kimya kitaplarındaki yanlış kavramlara neden olabilecek hususlar belirlenmiş ve bu belirlemelerin yanlış kavramlara uygunluğu incelenmiştir. Çalışma sonunda öğrencilerin radyoaktif madde, radyoaktivite ve radyoaktif özellik gibi kavramları birbirinin yerine kullandıkları ve bu kavramları karıştırdıkları belirlenmiştir. Öğrencilerin sahip oldukları yanlış kavramlarla ders kitapları arasında önemli benzerlikler ve ders kitaplarında konunun sunuluşunda yer alan ifadelerin ve kullanılan resim ya da şekillerin bu yanlış kavramları destekleyebilecek tarzda olduğu da tespit edilmiştir.

Ceng vd., (2007) çalışmalarında, kimya, fizik, biyoloji, fen bilgisi ve sosyal bilgiler öğretmen adaylarının radyasyon kavramı hakkında farkındalık ve bilinçlilik düzeylerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırma bu beş öğretim programında (kimya, fizik, biyoloji, fen bilgisi ve sosyal bilgiler öğretmenlikleri) öğrenim gören toplam 45 öğretmen adayıyla yürütülmüştür. Örnek olay yöntemi kullanılarak veriler; test, yarı- yapılandırılmış mülakat ve çizim teknikleriyle toplanmıştır. Test tekniği her bölümden 8'er kişi olmak üzere toplam 40, mülakat ve çizim tekniği ise her bölümden 1'er kişi olmak kaydıyla toplam 5 öğretmen adayına uygulanmıştır. Araştırma sonucunda hakkında bilgi sahibi olmanın hayati önem taşıdığı bu konu hakkında öğretmen adaylarının yeterli anlamalara sahip olmadıkları, bu kavram ile ilgili olayları açıklamak için kullanmada sorun yaşadıkları ve hatta yanlış anlamalara sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu yanlış anlamalar, "Radyasyon ve radyasyonla ilgili kavramların tanımları, radyoaktif maddeleri diğer maddelerden ayıran ve ışıma yapmalarına neden olan özellikleri, doğal ve yapay radyasyon kaynakları, radyoaktif maddelerin yarı ömür-etki süreleri, yarı ömür-tehlike derecesi ilişkileri, radyoaktif madde-frekans ilişkisi ve çevreye verdikleri zararlar arasındaki ilişki, nükleer enerji elde etmede kullanılan yöntemler ve bu yöntemlerin avantaj, dezavantajları, nükleer atıklardan korunma yöntemleri ve radyoaktif maddelerin kullanım alanları" şeklindedir.

Şahin (2008) çalışmasında, radyoaktiflik konusunun oluşturmacı öğrenme anlayışı temelinde öğretiminin öğrenci kazanımları üzerine etkisini araştırmıştır. Çalışmanın örneklemini 69 ortaöğretim onuncu sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Kontrol grubunda konu geleneksel öğretim yöntemi ile öğretilirken deney grubunda ise sosyo-kültürel oluşturmacı öğrenme anlayışı temelinde bir öğretim gerçekleştirilmiştir. Veri toplama araçları olarak Kavram Testi, İletişim Becerileri Değerlendirme Ölçeği, Öğrenme Stili Ölçeği, öğrenci çalışma yaprakları ve öğretim yönteminin video kayıtları kullanılmıştır. Elde edilen veriler sonucunda deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin konu ile ilgili ortak kavram

yanılırlarına sahip oldukları görülmüştür. Ancak yakınsal gelişim alanları farklı öğrenme stilleri aynı olan öğrencilerin konuyu birbirlerinden daha iyi öğrendikleri ortaya çıkmıştır. Sosyo-kültürel oluşturmacı öğrenme anlayışı temelindeki öğretimin uygulandığı deney gruplarının iletişim becerilerinde anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Dönmez Usta vd., (2009) çalışmalarında, Çekirdek Kimyası ünitesindeki bazı kavramlara yönelik fen bilgisi öğretmen adaylarının anlama düzeylerini belirlenmeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın örneklemini Giresun Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Programın dördüncü sınıfında öğrenim gören toplam 10 Fen Bilgisi öğretmen adayı oluşturmuştur. Veri toplama araçları, mülakat ve çizimdir. Verilerin değerlendirilmesi sonucunda fen bilgisi öğretmen adaylarının üniteindeki kavramlarla ilgili yeterli anlamalara sahip olmadıkları, kavramları birbirlerinin yerine kullandıkları ve bu kavramlarla ilgili günlük hayatla ilişkili olayları açıklamada zorluk yaşadıkları tespit edilmiştir.

Dönmez Usta ve Ayas (2010) çalışmalarında, ortaöğretim öğrencilerinin Çekirdek Kimyası ünitesine yönelik tutumlarını belirlemeye çalışmışlardır. Bu amaçla bir tutum ölçeği geliştirmişlerdir. Gerekli istatistiksel analizlerden sonra özdeğeri 1'den büyük 8 faktörlü 17 maddeden oluşan bir yapıya ulaşmışlardır. Bu 17 maddenin 11'i olumlu 6'sı olumsuzdur. Geliştirilen tutum ölçeği ortaöğretim 11. sınıfında öğrenim gören toplam 36 öğrenciye uygulanmıştır. Her bir maddeye verilen öğrenci cevapları frekanslaştırılarak her bir maddenin aritmetik ortalamaları hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin, üniteye yer alan kavramların/olayların günlük hayatla ilişkili olarak öğretilmesinin öğrenci tutumunu olumlu etkilediği, üniteyi zor bulmadıkları, ünitenin gerekli olduğunu düşündükleri ve radyasyon kavramının onları huzursuz etmediğini, üniteye geçen kavram ya da olayları günlük hayatlarında kullanabileceklerini bilmeleri, üniteye geçen kavram ya da olaylar sayesinde çevreye karşı daha bilinçli bireyler olarak yetiştiklerini düşündükleri ortaya çıkmıştır.

Tezcan ve Erçoklu (2010) çalışmalarında, geleneksel anlatım ve yapılandırmacı yaklaşımın radyoaktivite ünitesinin öğretiminde öğrenci başarısı üzerine etkisini karşılaştırmışlar ve bu yöntemlerin konu ile ilgili yanlış kavramların giderilmelerindeki etkisini araştırmışlardır. 2000-2001 eğitim-öğretim yılında gerçekleştirilen çalışmanın örneklemini 180 lise ikinci sınıf öğrenci oluşturmuştur. Kontrol grubunda geleneksel öğretim yöntemleri ile deney grubunda yapılandırmacı yaklaşım ile dersler işlenmiştir. Veri toplama aracı olarak 20 soruluk kavram testi kullanılmıştır. Kavram testi örnekleme

ön ve son test olarak uygulanmıştır. Elde edilen veriler sonucunda, yapılandırmacı yaklaşım ile ders işlenen deney grubunun daha başarılı olduğu saptanmıştır.

Yukarıdaki paragraflarda Çekirdek Kimyası ünitesi ve bu üniteye geçen kavramlara yönelik yapılan bazı çalışmalara yer verilmiştir. Bu çalışmalar Tablo 2’de özetlenerek sunulmuştur.

Tablo 2. Çekirdek Kimyası ünitesi ile ilgili bazı çalışmalar

Yazar(lar)	Araştırılan Konu	Örneklem	Veri Toplama Araçları	Çalışmanın Sonuçları
Linjse vd., (1990)	Çernobil Nükleer Kazası hakkında öğrencilerin bilgilerinin tespiti	İlköğretim öğrencileri	Açık uçlu sorular	Öğrencilerde konu hakkında yanlış kavramalar tespit edilmiştir. Ayrıca daha önceki çalışmalarda medyada tespit edilen konu hakkındaki yanlış kavramalar ile bu çalışmada tespit edilen öğrenci yanlış kavramalarının uyduğu görülmüştür.
Başlantı (1999)	Öğrencilerin Çekirdek Kimyası (Radyoaktivite) ünitesi ile ilgili kavram yanlışları	10. sınıf öğrencileri	Mülakat	Öğrencilerde konu ile ilgili çok sayıda kavram yanlışlığı ve yanlış kavramalar tespit edilmiştir.
Nakiboğlu ve Bülbül (2000)	Yapısalcı yaklaşıma uygun öğretim ve bu öğretimin öğrenci başarısına etkisinin geleneksel öğretim yöntemi ile karşılaştırılması	11. sınıf öğrencileri	Başarı testi	Konunun Yapısalcı Öğrenme Kuramına ait stratejilerle öğretildiği deney grubu öğrencileri geleneksel yöntemlerle öğretildiği kontrol grubu öğrencilerine göre daha başarılı bulunmuştur.
Alsop (2001)	Radyoaktif kaynakların ve radyasyonun etkileri, radon gazının etkileri ve radyoaktifliğin ve radon gazının tehlikelerinin öğretilmesi	30 öğrenci (18-24 yaş aralığındaki)	Senaryolar	Öğrencilerin pek çok kavram yanlışlığına sahip oldukları radyoaktiflik ile ilgili düşüncelerini açıklarken daha önce yaşanan nükleer olaylardan etkilendikleri yüksek seviyede radyasyon ile yaşayanların radyasyon ile ilgili bilgi sahibi oldukları ancak radyoaktiflik ile ilgili yeterli bilgilerinin olmadığı ortaya çıkmıştır.
Erçoklu (2001)	Öğrencilerin çekirdek tepkimeleri ve radyoaktiflik konularındaki kavram yanlışlarının tespiti	10. sınıf öğrencileri	Kavram Başarı Testi, Kimya Dersi Tutum Ölçeği	Öğrencilerde konu ile ilgili yanlış kavramalar tespit edilmiştir.

Tablo 2'nin devamı

Prather ve Harrington (2001)	Radyoaktivite ve radyasyon kavramları hakkında öğrenci anlamaları	9. sınıf öğrencileri	Mülakat ve başarı testi	Öğrencilerde radyoaktivite ve radyasyon kavramlarına dair çok çeşitli yanlışlar bulunmaktadır.
Matsuura ve Iırı (2002)	Nükleer enerji ve reaktörler ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları bilgilerin belirlenmesi	15-18 yaş aralığındaki öğrenciler	Mülakat	Radyasyon ve radyoaktiviteyle ilgili “radyasyon fobisi” ya da “nükleer alerji” sınıflarda da hissedilmektedir. Radyoaktivite konusu diğer derslerle desteklenmemektedir.
Tezcan vd., (2002)	Öğrencilerin Radyoaktivite ünitesindeki başarılarına işbirlikçi öğrenme yöntemi ve geleneksel öğretim yönteminin etkisi	10. sınıf öğrencileri	Kavram Testi	İşbirlikçi öğrenme yöntemi geleneksel öğretim yöntemine göre daha başarılı bulunmuştur.
Yalçın (2003)	Lise 2. sınıf öğrencilerinin radyoaktivite konusundaki başarılarına ve kavramsal algılamalarına yapılandırmacı yaklaşımın etkisi ve öğrencilerin bu konu hakkındaki yanlış kavramalarının tespiti	10. sınıf öğrencileri	Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi, Bilişsel İşlem Beceri Testi, Kavram Testi, Başarı Testi ve Mülakat	Derslerin yapılandırmacı yaklaşıma göre işlenmesi, geleneksel öğretim yöntemine göre işlenmesinden daha başarılı bulunmuş ve öğrencilerde radyoaktivite ve çekirdek tepkimeleri konusunda yanlış kavramaların olduğu tespit edilmiştir.
Morgil, vd., (2004)	Lise 2 kimya ders kitabında yer alan radyoaktivite konusunun incelenmesi, öğrencilerin bu konudaki bilgilerinin araştırılması	10. sınıf öğrencileri	Radyoaktivite Bilgi Testi	Öğrencilerin radyoaktivite konusu ile ilgili bilgilerinin yalnızca ders kitaplarında yer alan konularla sınırlı olduğu bulunmuştur. Ayrıca öğrencilerin sorulan sağlık, çevre ve endüstride büyük önem taşıyan radyasyon teknolojisi kavramını doğru olarak açıklayamadıkları ve hangi alanda kullanıldığı konusunda bilgi sahibi olmadıkları saptanmıştır.
Yalçın ve Kılıç (2005)	Öğrencilerin Radyoaktivite Konusundaki yanlış kavramaları ve ders kitaplarının bu yanlış kavramalara etkisi	10. sınıf öğrencileri	Kavram Testi ve Mülakat	Öğrencilerde belirlenen yanlış kavramaların bazılarının ders kitaplarında da yer aldığı tespit edilmiştir.
Ceng vd., (2007)	Öğretmen adaylarının radyasyon hakkındaki anlama düzeylerinin belirlenmesi	Farklı branşlardaki öğretmen adayları	Kavram Testi ,Mülakat ve Çizimler	Öğretmen adaylarının radyasyon kavram ile ilgili yeterli anlamalara sahip olmadıkları, bu kavramlarla ilgili olayları açıklamada sorun yaşadıkları ve hatta yanlış anlamalara sahip oldukları tespit edilmiştir.

Tablo 2'nin devamı

Şahin (2008)	Radyoaktiflik konusunun oluşturmacı öğrenme anlayışı temelinde öğretiminin öğrenci kazanımları üzerine etkisi	10. sınıf öğrencileri	Kavram Testi, İletişim Becerileri Değerlendirme Ölçeği, Öğrenme Stili Ölçeği, öğrenci çalışma yaprakları ve öğretim yönteminin video kayıtları	Öğrencilerin ortak kavram yanılgılarına sahip oldukları görülmüştür. Ancak yakınsal gelişim alanları farklı öğrenme stilleri aynı olan öğrencilerin konuyu birbirlerinden daha iyi öğrendikleri ortaya çıkmıştır.
Dönmez Usta vd., (2009)	Çekirdek Kimyası (Radyoaktivite) ünitesindeki bazı kavramlara yönelik fen bilgisi öğretmen adaylarının anlama düzeylerinin belirlenmesi	Fen bilgisi öğretmen adayları	Mülakat ve çizim	Fen bilgisi öğretmen adaylarının üniteye kavramlarla ilgili yeterli anlamalara sahip olmadıkları, kavramları birbirlerinin yerine kullandıkları ve bu kavramlarla ilgili günlük hayatla ilişkili olayları açıklamada zorluk yaşadıkları tespit edilmiştir.
Dönmez Usta ve Ayas (2010)	Ortaöğretim öğrencilerinin Çekirdek Kimyası ünitesine yönelik tutumlarının belirlenmesi	11. sınıf öğrencileri	Tutum ölçeği	Öğrencilerin, üniteye yer alan kavramların/olayların günlük hayatla ilişkili olarak öğretilmesinin öğrenci tutumunu olumlu etkilediği, üniteyi zor bulmadıkları, ünitenin gerekli olduğunu düşündükleri ve radyasyon kavramının onları huzursuz etmediğini, üniteye geçen kavram ya da olaylar sayesinde çevreye karşı daha bilinçli bireyler olarak geliştiklerini düşündükleri ortaya çıkmıştır.
Tezcan ve Erçoklu (2010)	Geleneksel anlatım ve yapılandırmacı yaklaşımın radyoaktivite ünitesinin öğretimde öğrenci başarısına etkisini karşılaştırılması ve bu yöntemlerin konu ile ilgili yanlış kavramların giderilmelerinde etkisini araştırılması	10. sınıf öğrencileri	Kavram Testi	Yapılandırmacı yaklaşım ile ders işlenen deney grubunun daha başarılı olduğu saptanmıştır.

Çekirdek Kimyası ünitesi ve bu üniteye geçen kavramlar ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, çalışmaların çoğunun öğrencilerin konu ile ilgili kavram yanılgılarının tespiti üzerine odaklandığı (Örneğin, Matsuura ve Irı, 2002; Prather ve Harrington, 2001; Ceng vd., 2007), çok az sayıda çalışmada ise bu yanılgıların giderilmesine yönelik

(kavramsal değişim) alışmalara (Tezcan ve Erçoklu, 2010) odaklanıldığı görülmektedir. Araştırma kapsamında uygulanacak olan BD materyali ile öğrencilerin uygulama öncesi sahip oldukları n fikirleri ile uygulama sonrası bu n fikirlerindeki değişimler de irdelenecektir. Bu bakımdan araştırma önem taşıtmaktadır. İrdelenen çalışmalarda veri toplama aracı olarak kavram testleri, başarı testleri, mantıksal düşünme yeteneği testi, bilişsel işlem beceri testi, mülakatlar, çizimler ve kimya dersine karşı tutum anketleri kullanılmıştır. Öğrencilerin ekirdek Kimyası nitesine yönelik tutumunu belirlemek amacıyla üniteye yönelik tutum anketlerinin kullanılmadığı görülmektedir. Bu bakımdan araştırma literatürde nc olma niteliği taşıtmaktadır.

11. Sınıf Kimya Dersi ğretim Programı ğrenme/öğretme yöntemleri, etkinlikler ve lme ve değerlendirme öğeleriyle yer yer, hem “davranışçı” hem de “yapılandırmacı” yaklaşımları benimsemiştir. Zaten bu yaklaşım birbirini tamamen dışlayıcı da değildir (MEB, 2008). Literatürde yeni kimya ğretim programının kavramlarına, kazanımlarına ve öğrenme kuramına uygun olarak hazırlanmış materyale rastlanılmamıştır. Geliştirilecek olan BD materyalinin literatürde kimya eğitimi alanındaki bu açığı kısmen de olsa kapatacağına ve kaynak bir materyal olma özelliği göstereceğine inanılmaktadır. Bu ünitenin öğretilmesinde, bilgisayar destekli öğretimin öğrencileri pasif rolden aktif role getirebileceği (Morgil vd., 2004), öğrenciye tahta başında doğrudan bilgi aktarımı şeklinde verilmesi yerine uygun tartışma ortamlarının oluşturularak öğretilmesinin kavram yanılgılarının giderilmesinde ve kavramsal anlamayı sağlamada yardımcı olacağı (şahin, 2008) ifade edilmektedir. Çekirdek Kimyası nitesinin bilgisayar destekli ğretim ile birlikte kullanılması durumunda ne tür sonuçların ortaya çıkabileceğine şimdiye kadar değinilmemiş olması araştırılmaya değer bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde ekirdek Kimyası nitesi ile ilgili çalışmalarda Ortaöğretim 11. Sınıf Kimya Dersi ğretim Programı’nın benimsediği yaklaşıma uygun, farklı ğretim tekniklerinin bir arada kullanıldığı, öğretmene dersleri nasıl işleyeceği ve hangi kavrama ne kadar zaman ayıracağı konusunda yardımcı bilgisayar destekli ğretim materyali geliştirilmediği görülmektedir. Bu bakımdan araştırma kapsamında geliştirilen BD materyali yukarıda bahsedilen boşlukları doldurabilecek niteliktedir.

Bu bölümde araştırma hakkında genel bir bilgiye sahip olunabilmesi için araştırmanın problemi, gerekçesi ve önemi, amacı, varsayımları, sınırlılıkları ve ilgili literatür sunulmuştur. Bundan sonraki bölümde yapılan çalışmalar ana başlığı altında araştırmanın tasarlanması, yöntemi, rneklemi, ekirdek Kimyası nitesi ğretmen rehber

materyalleri, bu materyallerin pilot ve asıl uygulamaları, veri toplama araçları, veri toplama araçlarının geçerlik, güvenilirlik çalışmaları ve veri toplama araçlarından elde edilen verilerin analiz yöntemleri detaylı olarak sunulmuştur.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu araştırmada Ortaöğretim 11. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı'nda yer alan Çekirdek Kimyası ünitesinin öğretimi için yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının dört aşamalı modeline yönelik bilgisayar destekli öğretim materyali geliştirilmiş ve bu materyalin öğrencilerin tutumları, kavramsal anlamaları ve başarıları üzerine etkililiğinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu bölümde; araştırmanın örneklemi, yöntemi, veri toplama araçlarının ve materyallerin geliştirilme süreçleri, veri toplama araçlarından elde edilen verilerin analiz yöntemleri, yapılan pilot çalışma ve asıl uygulama süreci hakkında detaylı bilgi verilmiştir.

2.1. Araştırmanın Tasarlanması

Kimya öğretim programları yeniden bir yapılandırma süreci içerisinde. Ortaöğretim 11. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı 2010-2011 yılında yürürlüğe girmiştir. Uygulanmasına yeni başlanan bu programın etkili yürütülmesinde öğretmenlerin kaynak desteğine ihtiyaçları vardır. Başka bir ifade ile Ortaöğretim 11. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı'nda yer alan ünitelere yönelik, programın felsefesine uygun öğretmen rehber materyallerine olan ihtiyaç aşikârdır. Bu durum araştırmacının ilgisini çekmiş ve araştırmanın başlangıcı olmuştur. Buradan hareketle araştırmacı, programın benimsediği yaklaşım çerçevesinde, alternatif öğretim tekniklerini içeren, öğretmenin programı uygulama sürecinde zaman ve emek kaybını en aza indirecek öğretim materyali geliştirmeye karar vermiştir. Ünitenin seçimi yapılmadan önce ilgili literatür incelenmiştir. İnceleme sonucunda Çekirdek Kimyası ile ilgili yapılan çalışmaların az olduğu, yeni programın felsefesine uygun ve programda yer alan kavram ve kazanımları içeren materyallerin okullarda olmadığı tespit edilmiştir. Çekirdek Kimyası ünitesi paralel bilimler olan kimya ve fizik arasında kalan, anlaşılması zor soyut kavramları içeren bir ünite. Bu nedenle araştırmada, kimya öğretmenlerinin kullanımına yönelik “Çekirdek Kimyası” ünitesine yönelik programla uyumlu öğretim materyalinin geliştirilmesine karar verilmiştir.

2.2. Araştırmanın Yöntemi

Bu araştırmada; amaç, temel problem ve alt problemler göz önüne alınarak özel durum yönteminin kullanılması uygun görülmüştür. Özel durum yöntemi, adından da anlaşılacağı gibi özel bir durum üzerine yoğunlaşır ve belirli bir alana dair derinlemesine bir araştırma yapılmasına olanak sağlar (Merriam, 1988; Çepni, 2007; Karasar, 2008). Özel durum çalışması, bireysel yürütülen çalışmalar için uygun olup araştırmacıya çok ince ayrıntıları, sebep-sonuç ve değişkenlerin karşılıklı ilişkileri cinsinden açıklayabilme olanağı sağlamaktadır (Çepni, 2007).

Özel durum çalışması yapan araştırmacı, verilerini toplarken mümkün olduğu ölçüde birden fazla veri kaynağı ya da türü kullanmalıdır (Yin, 1994). Her kaynak birbirinin tamamlayıcısı olmalıdır ve birbirini takip eden bir süreçte toplanmalıdır. Bütün kaynakların sahip olduğu avantaja tek bir veri kaynağı sahip değildir. Bir özel durum çalışmasında ne kadar çok kaynak kullanılırsa çalışma amaca o kadar uygun olur. Özel durum çalışmalarında, veri toplama yöntemi olarak katılımcı gözlem, katılımcı olmayan gözlem, doküman incelemesi gibi bir dizi nitel veri toplama yöntemi, araştırma probleminin doğasına ve araştırmacının beklentilerine göre tek başlarına ya da birlikte kullanılabilir. Literatürde durum çalışmaları, nitel ve nicel araştırma metotlarını aynı anda içermesinden dolayı bir şemsiyeye benzetilmektedir (Yin, 1994; Çepni, 2007). Eğitim alanındaki araştırmalarda özel durum çalışmasının kullanılmasının “uygun”, “yararlı” ve “geçerli” bir teknik olarak kabul edildiği literatürde yer almaktadır (Bachor, 2000).

Genel olarak dört tür durum çalışmasından söz edilebilir: (1) bütüncül tek durum, (2) iç içe geçmiş tek durum, (3) bütüncül çoklu durum, (4) iç içe geçmiş çoklu durum (Yin, 1994). Çalışma kapsamında, dört tür durum çalışmasından biri olan bütüncül çoklu durum deseni gerçekleştirilmiştir. Bu desende birden fazla kendi başına bütüncül olarak ele alınabilecek durum söz konusudur. Her bir durum kendi içinde bütüncül olarak ele alınır ve daha sonra birbirleriyle karşılaştırılır (Yıldırım ve Şimşek, 2005; Çepni, 2007). Bu araştırmada birbirinden bağımsız iki ayrı ortaöğretim okulundan seçilen iki ayrı sınıf başlı başına birer vaka olarak ele alınmıştır.

Bu çalışmada özel durum yönteminin seçilmesinde; araştırılan konuda derinlemesine bilgiye ihtiyaç duyulması, örneklemin az sayıda bir öğrenci grubundan oluşması, çalışmanın sadece iki vaka üzerinde denenmesi (14 ve 21 öğrencilerden oluşan iki sınıf),

nitel ve nicel verilerin birlikte ele alınması ve genelleme kaygısı olmaması gibi birçok neden etkili olmuştur.

Bu yöntemin kapsamında şöyle bir süreç izlenmiştir: Öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrasında konuyla ilgili kavramaları ayrıntılı olarak incelenmiş ve öğretimin etkiliği derinlemesine irdelenmiştir. Ayrıca belirlenen bazı öğrencilerin; konuyla ilgili tüm kavramaları detaylı bir şekilde tanımlanmıştır. Veri toplamak amacıyla tutum ölçeği, kavram ve başarı testi ve mülakatlar kullanılmıştır. Çekirdek Kimyası ünitesi başlamadan önce uygulanan kavram testi ile kavramsal boyutta, başarı testi ile başarı boyutunda öğrencilerin ön bilgileri tespit edilmeye çalışılmıştır. Ayrıca ünite başlamadan önce Çekirdek Kimyası Ünitesi Tutum Anketi de uygulanarak öğrencilerin üniteye karşı tutumları belirlenmeye çalışılmıştır. Öğretim sonrası öğrencilerin kavramsal, başarı ve tutum boyutlarındaki değişimlerini belirlemek amacıyla da aynı testler son test olarak tekrar uygulanmıştır. Mülakatlar ise seçilen bu öğrenci grubu üzerinde öğretim sonrası uygulanmıştır. Böylece konuyla ilgili öğrenci kavramalarının derinlemesine araştırılmasına ve onların konuyla ilgili zihin yapılarının detaylı belirlenmesine imkân bulunmuştur. Ayrıca mülakatlarla birlikte çizimlerde kullanılarak zihinlerindeki yapılandırmanın resmedilmesine imkân sağlanmıştır. Kavramlarla ilgili mülakatların yürütüldüğü öğrencilere mülakatların devamında uygulanan materyallerin ve öğretim sürecinin etkililiğini değerlendirmek amacıyla da sorular yöneltilmiştir. Araştırmanın yöntemi aşağıdaki gibi şematize edilebilir:

A okulu: A T1 T2 T3 X T1 T2 T3

G okulu: G T1 T2 T3 X T1 T2 T3

A: A okulundaki öğrenciler (N=14)

G: G okulundaki öğrenciler (N=21)

T1: Çekirdek Kimyası Ünitesi Kavram Testi

T2: Çekirdek Kimyası Ünitesi Başarı Testi

T3: Çekirdek Kimyası Ünitesi Tutum Anketi

X: Derslerin geliştirilen bilgisayar destekli öğretim materyali ile işlenmesi

2.3 Araştırmanın Örneklemi

Öncelikle araştırmanın yapılacağı okulları belirlemek amacıyla 2008-2009 bahar yarıyılında gözlemler yapılmıştır. Gözlemler sırasında 3 kimya öğretmeni ile liselerin sahip oldukları bilgisayar laboratuvarları, öğrenci durumları, Çekirdek Kimyası ünitesini nasıl işledikleri ve öğrencilerin bu üniteye anlamakta zorlandıkları konu ya da kavramların neler olduğu ile ilgili informal mülakatlar da yürütülmüştür. Bu mülakatlar sonucunda pilot çalışmanın Anadolu Öğretmen Lisesi'nde, asıl çalışmanın ise Anadolu Lisesi ve genel lisede yapılmasına karar verilmiştir. Uygulamaların yapılacağı okullar belirlendikten sonra çalışma hakkında okul müdürlerine gerekli bilgiler verilmiştir. Daha sonra bu okullarda görev yapan üç kimya öğretmeni ile çalışmanın amacı, geliştirilen materyal ve uygulama süreci hakkında detaylı görüşmeler yapılmıştır. Anadolu Lisesi ve genel lisedeki öğretmenlerin derslerine girdikleri 11. sınıflar araştırmanın yürütüleceği gruplar olarak belirlenmiştir. Uygulamalar araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Derslere başlamadan önce kimya öğretmenleri ile sınıflara gidilerek araştırmacı tanıtılmıştır. Araştırmacı bir ders saati boyunca öğrencilerle iletişime geçerek, Çekirdek Kimyası ünitesini beraber işleyeceklerini belirtmiş ve bu ünitenin nasıl işleneceği ile ilgili detaylı bilgileri öğrencilerle paylaşmıştır.

Giresun ili Görele ilçe merkezindeki bir Anadolu Lisesi (A) ve bir genel lisenin (G) 11. sınıflarında öğrenim gören toplam 35 öğrenci (14+21) araştırmanın örneklemi oluşturmaktadır. Ayrıca uygulamalar sonunda araştırmada bireysel olarak 12 öğrenci ile kavramsal değişimi derinlemesine araştırmak için yarı yapılandırılmış mülakatlar yürütülmüştür. Mülakatların gerçekleştiği öğrenciler, kavramsal değişimin en yüksek (Ö1, Ö2, Ö21 ve Ö26), orta (Ö5, Ö11, Ö28, Ö33) ve en az (Ö10, Ö12, Ö19, Ö35) düzeyde gerçekleştiği öğrencilerden rastgele seçilmiştir. Öğrenciler seçilirken kendilerini ifade edebilme yetenekleri ve mülakata katılma istekleri de göz önünde bulundurulmuştur. Ayrıca mülakatlar sırasında bu öğrencilerin uygulama sürecinin ve kullanılan materyallerin etkililiğiyle ilgili görüşleri de alınmıştır.

2.4. Çalışmada Kullanılan Çekirdek Kimyası Ünitesi Öğretmen Rehber Materyali

Bu bölümde araştırmada kullanılan Çekirdek Kimyası Ünitesi Öğretmen Rehber Materyali (ÇEKÖRM)'nin içeriği, geliştirilen öğretmen rehber materyalleri (ders planları)

ve bu materyallerde kullanılan kavramsal değişim metinleri, çalışma yaprakları, analogiler, hikâye ve animasyonlar gibi materyaller, materyallerin pilot ve asıl uygulamaları, derslerin yürütölme süreci, veri toplama araçları, bu araçların geçerlik, güvenilirlik çalışmaları ve verilerin analiz yöntemleri hakkında detaylı bilgiler sunulmaktadır.

2.4.1. Konunun ve İçeriğın Belirlenmesi

Somut kavramları ve bu kavramlar arasındaki etkileşimleri içeren Çekirdek Kimyası ünitesinin öğretiminde gözlenmesi imkânsız olan kavramların ve olayların animasyonla somutlaştırılmasına imkân verdiği için bilgisayar destekli bir öğretim materyalinin kullanılmasına karar verilmiştir. Çekirdek Kimyası ünitesi ile ilgili bilgisayar destekli öğretim materyali hazırlanırken öncelikle konunun içeriğı belirlenmiştir. İçerik belirlenirken Ortaöğretim 11. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı (MEB, 2008), Milli Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu'nun önerdiği çeşitli ders kitapları, konuyla ilgili yanılgıları belirlemek ve öğretimi buna göre planlamak amacıyla konuyla ilgili diğeri yazılı kaynaklar (Atkins ve Jones, 1997; Aubrect vd., 2000; Nakiboğlu ve Bülbül, 2000; Alsop 2001; Matsuuar ve İra, 2002; Yalçın, 2003; Morgil vd., 2004; Altın, 2008) ve konuyla ilgili web sayfalarından (URL-3, 2009; URL-4, 2009; URL-5, 2010) yararlanılmıştır. Buna göre hazırlanan ÇEKÖRM' ün içeriğini şu başlıklar oluşturmaktadır:

1. Çekirdeğın Yapısı ve Kararlılık;
 - a. Atomun Yapısı ve Kararlılık,
 - b. Radyoaktif Bozunma,
 - c. Radyoaktif Bozunma Türleri,
 - d. Doğal ve Yapay Radyoaktiflik,
2. Yapay Çekirdek Reaksiyonları (Fisyon ve Füzyon);
 - a. Fisyon ve Füzyon Reaksiyonları,
 - b. Nükleer Enerji,
 - c. Nükleer Reaktör,
 - d. Yarı Ömür,
3. Aktiflik, Radyoaktif Işınların Sayımı ve Sağlığa Etkisi,
4. Radyoaktif Maddelerin Kullanım Alanları.

2.4.2. ÇEKÖRM'ün Geliştirilmesi

Materyalin geliştirilmesi aşamasında öncelikle Çekirdek Kimyası ünitesi ile ilgili literatür taraması yapılmış ve konuyla ilgili literatürde yer alan kavram yanlışları belirlenmiştir. Daha sonra bu ünite ile ilgili materyal geliştirme ve kavram yanlışlarını gidermeye yönelik çalışmalar incelenmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda bir önceki bölümde bahsedildiği gibi içerik belirlenmiştir. İçeriğin belirlenmesinin ardından yapılandırmacı öğrenme kuramının dört aşamalı modeline dayalı ÇEKÖRM'ün her bir sayfasında yer alacak içerik ve animasyonlar belirlenmiştir. Öncelikle kâğıt üzerinde yapılan sayfa tasarımları, daha sonra teknik destek yardımıyla Adobe Flash programında oluşturulmuş ve ÇEKÖRM'ün ilk geliştirme süreci tamamlanmıştır. Böylece materyale pilot uygulama öncesindeki ilk hali verilmiştir.

Materyalin geliştirilmesi sırasında, 11. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı'ndaki konu başlıklarına ve işleniş sırasına dikkat edilmesinin yanı sıra, materyalde yer alan sayfaların tasarımında da bazı noktalara dikkat edilmiştir. Bilgisayar destekli öğretim materyalleri kullanım ve tasarım açısından nitelikli olmalıdır. İçerik eğitim programlarına uygun hazırlanmalı ve basılı materyal hazırlama anlayışı ile oluşturulmamalıdır. Materyal öğrencilerin ilgisini çekecek görsel özelliklere, animasyon, örnek, deney gibi öğelere sahip olmalıdır (Şeniş, 1991). Geliştirilen bilgisayar destekli öğretim materyalleri öğrenme kuramları ve bunlara bağlı öğrenme ilkeleri göz önünde bulundurularak hazırlanmalıdır (Asan ve Güneş, 2000). ÇEKÖRM literatürde bahsedilen bu özellikler dikkate alınarak geliştirilmiştir. ÇEKÖRM, Ortaöğretim 11. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı'na uygun, yapılandırma öğrenme kuramı çerçevesinde, öğrenme ilkeleri göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır. ÇEKÖRM'ün içeriğinde öğrencilerin ilgisini çekecek görsel öğeler, animasyonlar ve sanal deney yer almaktadır. Ayrıca ÇEKÖRM'de kullanım kolaylığına da dikkat edilmiştir. Öğretmen istediği zaman bir önceki sayfaya veya ana menüye ulaşabilmektedir. ÇEKÖRM'de animasyonların istenildiği zaman durdurulabilmesine ve bazı detayların mikroskobik seviyede daha ayrıntılı olarak görülmesine imkân sağlanmıştır.

ÇEKÖRM'ün geliştirilmesinin en önemli amacı, Ortaöğretim 11. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı'nın çok yeni olması ve öğretmenlerin bu programa uygun rehber materyallere ihtiyaç duymasıdır (Ceng vd., 2010; URL-5, 2010). Ayrıca çalışmanın amacı öğrencilerin gözlemleyemedikleri moleküler düzeydeki etkileşimleri içeren Çekirdek

Kimyası ünitesinde ilişkin anlamalarını geliştirmek ve yanılığlı fikirlerini bilimsel anlamalarla değiştirmek olduğundan materyaldeki animasyonlar büyük önem taşımaktadır. Bu animasyonlar soyut olan moleküler düzeydeki etkileşimleri zihinlerinde daha kolay canlandırmalarına imkân sağlamaktadır.

Çekirdek Kimyası Ünitesi Öğretmen Rehber Materyali (ÇEKÖRM) ‘inde; kavramsal değişim metni, analogi, çalışma yaprakları, açıklayıcı metin, hikâye ve animasyona dayalı etkinliklerden yararlanılmıştır. Ayrıca videoya, bilgi haritasına ve öğrenci sunumlarına da yer verilmiştir.

ÇEKÖRM’de kullanılan “füzyon, fisyon reaksiyonları” ve “doğal ve yapay radyoaktiflik” konularıyla ilgili kavramsal değişim metinleri, “radyoaktif bozunma” ve “yarı ömür” konularıyla ilgili çalışma yaprakları, “radyoaktif ışınların giricilikleri ve iyonlaştırma özellikleri” ile ilgili olan analogi ve “radyoaktif bozunma türleri” ile ilgili hikâye araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. “Radyoaktif bozunma” ile ilgili analogi, “Radyoaktif Bozunma Modeli ve Simülasyonu” isimli çalışmada (URL-2, 2009) yer alan modelleme kullanılarak araştırmacı tarafından hikâye haline getirilmiştir. Yarı ömür ile ilgili deney ve radyoaktif bozunma ile ilgili küp etkinliği (Ayas vd., 1997) araştırmacı tarafından bazı düzenlemelerle sanal ortama aktarılmıştır. ÇEKÖRM’de kullanılan animasyonların oluşturulması sırasında Çekirdek Kimyası ünitesi ile ilgili yurt içi ve yurt dışı web sayfaları incelenmiştir. Bu web sayfalarında yer alan animasyonların detaylı incelenmesinden sonra, ÇEKÖRM’de yer alacak animasyonlar uzman görüşleri de alınarak araştırmacı tarafından tasarlanmıştır. Tasarlanan animasyonların bilgisayar ortamına aktarılmasında ise teknik destek alınmıştır. Atomun yapısı ile ilgili açıklayıcı metin Elementlerin Oluşumu (Altın, 2008) çalışmasından yararlanılarak oluşturulmuştur. “Radyoizotopların kullanım alanları” ile ilgili açıklayıcı metinler Atkins ve Jones’un (1997) Kimya kitabındaki Nükleer Kimya Ünitesi’nden alınmıştır. “Nükleer Santral” ile ilgili açıklayıcı metin çeşitli internet sitelerinden yararlanılarak oluşturulmuştur. Yenilenebilir Enerji kaynakları ile ilgili olan video URL-7 adresinden alınmıştır. Ayrıca öğrencilerin tüm öğrendikleri kavramları gözden geçirmelerinin sağlanması ve öğrenilen kavramların pekiştirilmesini sağlamak amacıyla araştırmacı tarafından son derste kullanılmak üzere Radyoaktivite Kare Bulmaca geliştirilmiştir.

Kullanım kolaylığı sağlamak amacıyla ÇEKÖRM’de öğretmenin yapması gerekenler ayrıntılı ders planları şeklinde düzenlenmiştir. ÇEKÖRM’de öğretmenlerin kullanımına yönelik olarak birer ders saati için hazırlanmış toplam 10 ders planı bulunmaktadır.

Öğrenciler için ise 2 kavramsal değişim metni, 2 analogi, 2 çalışma yaprağı, hikâye ve açıklayıcı metinler geliştirilmiştir. Ayrıca öğretmenlere derslerinde yardımcı olacağı düşüncesiyle ek bilgiler adı altında farklı materyaller hazırlanmıştır. Ek bilgilerde ders planlarının yanı sıra, Marie Cuire’ün hayatı, Çernobil Nükleer Kazası, radyasyonun sağlık riskleri, doğal uranyum kullanılan reaktörler için nükleer yakıt üretimi resmi gibi ek materyaller ve ilgili web adresleri yer almaktadır. Öğretmen ve öğrenciler için geliştirilen tüm bu materyaller hem kâğıt üzerinde hazırlanmış hem de sanal ortama aktarılmıştır. ÇEKÖRM’de tüm bu materyaller yer almaktadır. ÇEKÖRM’ün ana sayfa ekran görüntüsü Şekil 1’de sunulmuştur.



Şekil 1. ÇEKÖRM’ün ana sayfa ekran görüntüsü

Bu araştırma kapsamında geliştirilen ÇEKÖRM, iki kimya eğitimcisi, bir fen eğitimcisi, 3 kimya öğretmeni ve 1 fizik öğretmeni tarafından incelenmiş ve onların görüş ve düzeltmeleri doğrultusunda ÇEKÖRM’e pilot çalışma öncesindeki son hali verilmiştir. Geliştirilen ÇEKÖRM 5 hafta süresince konunun öğretiminde kullanılmıştır.

2.4.2.1. ÇEKÖRM’de Yer Alan Kavramsal Değişim Metinleri

Kavramsal değişim metinleri, bilimsel olarak doğru olan bilgiler ile kavram yanlışları arasındaki çelişkileri açık bir şekilde ortaya koyan ve kavramsal değişimi sağlamak amacıyla kullanılan metinler olarak tanımlanmaktadır (Hynd ve Alvermann, 1986). Kavramsal değişim metinlerinin geliştirilmesinde ön bilgilerin ayrıntılı tespiti oldukça önemlidir. Çünkü bilimsel çelişkinin oluşturulması ve öğrencilerin sahip oldukları yanlış kavramların farkına varmaları için bu bilgilerin kavramsal değişim metinleri içerisinde yer alması gerekmektedir (Pınarbaşı ve Canpolat, 2002; Sevim, 2007). Kavramsal değişim metinlerinde, kavram yanlışları ile bilimsel fikirler arasında tutarsızlık gösterilmeden önce, öğrencilerden kendilerine sunulan durum hakkında tahminde bulunmaları istenir. Başka bir ifadeyle kavramsal değişim metinlerinde bir soru veya olay ile başlanarak öğrencilerin ön bilgilerinin harekete geçirilmesi söz konusudur (Sungur vd., 2001, Özkan vd., 2004, Ünal, 2007). Burada öğrencilerin ön bilgilerinin yeni durumu açıklamada yetersiz olduklarının farkına varmaları amaçlanmaktadır. Metnin devamında genel olarak kavram yanlışları ifade edilmekte, yanlış olma gerekçeleri sunulmakta ve örnekler ile birlikte çürütülmektedir. Metnin sonunda ise öğretmen öğrencilere yeni kavramları kavrayabilmek amacıyla bir tartışma ortamı sağlamaktadır (Pınarbaşı vd., 2006; Sevim, 2007). Kavramsal değişim metinlerinin, öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermede etkililiği pek çok farklı alanda denenmiş ve metinlerin etkililiği ile ilgili olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Literatürde kavramsal değişim metinleri ile ilgili yapılan çalışmaların; “elektrokimyasal hücre” (Yürük ve Geban, 2001), “asit ve baz” (Uzuntiryaki vd., 2001; Çakır vd., 2002; Özmen ve Demircioğlu, 2003), “kimyasal değişim ve maddenin korunumu” (Bayır, 2000; Ceylan vd., 2003), “kimyasal denge” (Özdemir ve Geban, 1998), “çözeltiler” (Çalık, 2006; Pınarbaşı vd., 2006; Sevim, 2007), “kimyasal bağlanma” (Sevim, 2007; Özmen vd., 2009), “kimyasal bağlar” (Ünal, 2007), “endotermik- ekzotermik reaksiyonlar” (Türk ve Çalık, 2008) ve “ısı ve sıcaklık” (Kurnaz ve Çalık, 2008) gibi birçok konudaki kavram yanlışlarının giderilmesinde kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmalara genel olarak bakıldığında; kavramsal değişim metinlerin kavram yanlışlarının giderilmesine yardım ettiği, anlamlı öğrenmeyi sağladığı, ayrıca öğrencilerin kimyaya karşı tutumlarını olumlu yönde değiştirdiği ifade edilmektedir. Çekirdek Kimyası ünitesi ve bu üniteye geçen kavramlar ile ilgili yanlışların olduğu düşünüldüğünde, yanlışların giderilmesinde oldukça etkili olduğu ifade edilen ve kolay uygulanabilen kavramsal

değişim metinlerine bu araştırmada geliştirilen öğretim materyalleri içerisinde yer verilmesinin oldukça faydalı olacağına inanılmaktadır.

Bu araştırmada “filyon ve füzyon” ve “doğal ve yapay radyoaktif kaynaklar” kavramlarının işlendiği derslerde kavramsal değişim metinleri kullanılmıştır. Kavramsal değişim metinlerinin oluşturulmasında, literatürde öğrencilerin sahip olduğu ifade edilen kavram yanlışları belirlenmiş ve bu yanlışların giderilmesinde kullanılacak kavramsal değişim metinlerinin nasıl olacağı, nelere dikkat edileceği ve nasıl düzenleneceği konusunda araştırmalar yapılarak literatürdeki çalışmalar incelenmiştir (Bayır, 2000; Canpolat, 2002; Ünal, 2007). Metinler geliştirilirken, yanlışların verildiği bölüm için ilişki literatürden, bu yanlışların hangi yönlerinin yanlış olduğu ve doğru fikirlerin sunulduğu bölüm için ise içeriğin belirlenmesi aşamasında faydalanılan kaynaklardan yararlanılmıştır. Ayrıca bilimsel fikirlerin daha açık ve anlaşılır olmasını sağlamak için metinlerde grafiklere ve resimlere yer verilmiştir. Grafikler Türkiye Atom Enerji Kurumu resmi web sitesinden (URL-3, 2009) alınmıştır. Bu çalışmalar sonrasında araştırmada kullanılan kavramsal değişim metinlerine pilot uygulama öncesindeki son hali verilmiştir.

Araştırmada kullanılan kavramsal değişim metinleri dört temel bölümden oluşmaktadır. Metinler öğrencilerin yanlışlara sahip oldukları bir kavram ya da olaya ilişkin bir soru ile başlamaktadır. Bu tür bir soru ile başlanılmasının sebebi, öğrencilerin sahip oldukları yanlışların ortaya çıkarılması ve bu yanlışların farkında olmalarının sağlanmasıdır. Daha sonra, kavram ya da olayla ilgili yanlış fikirler öğrencilere sunulmakta ve onların bu fikirlere sahip olmalarındaki olası nedenler açıklanmaktadır. Bundan sonraki bölümde ise öğrencilerin sahip olduğu yanlışların neden yanlış oldukları detaylarıyla açıklanmaktadır. Bu açıklamalar sayesinde öğrencilerin sahip oldukları yanlışlı fikirleri sorgulamaları sağlanmaya çalışılmıştır. Metinlerin son bölümünde ise üzerinde tartışılan konu ya da olay ile ilgili bilimsel bilgi öğrencilere sunulmaktadır. Bu bilimsel bilgiler grafik ya da resimlerle desteklenmiştir. Metinlerde kavram yanlışlarının yanlış olan yönlerinin açıklandığı ve bu yanlışların çürütüldüğü üçüncü bölüm ile kavramlarla ilgili açıklamaları içeren dördüncü bölüm iç içedir. Çünkü bu bölümlerin birbirinden bağımsız olarak yazılması tekrarlara neden olmakta ve akıcılığı engellemektedir. Aşağıda Şekil 2 ve Şekil 3’te ilgili kavramsal değişim metinlerinin ekran görüntüsü yer almaktadır.

Fisyon Füzyon Reaksiyonları

Kavramsal Değişim Metni
Zincirleme Reaksiyon Animasyonu
Rutherford'un Deneyi

Acaba, ağır atom çekirdeklerinin nötronla bombardımanı sonucunda bu çekirdekler parçalanmasına ne denir? Bu parçalanma olayı Füzyon, Fisyon ve Nükleer Enerji kavramlarından hangisidir?

Bazı öğrenciler, ağır atom çekirdeklerinin nötronla bombardımanı sonucunda bu çekirdeklerin parçalanmasına “füzyon” denildiğini düşünmektedir. Bu öğrencilere göre füzyon, bir nötronun uranyum gibi ağır bir element atomunun çekirdeğine çarparak yutulması ve bunun sonucunda bu atomun kararsız hale gelerek iki ayrı çekirdeğe bölünmesi reaksiyonudur. Fakat bu fikir yanlıştır. Öğrencilerin sahip oldukları bu fikir, onların füzyon ve fisyon kavramlarını birbirine karıştırıyor olmasından kaynaklanıyor olabilir. Çünkü füzyon yani kaynaşma tepkimeleri, atom numarası küçük ve kararlılığı az olan çekirdeklerin, birleşerek atom numarası büyük çekirdekler oluşturmalarıdır. Füzyon sırasında büyük bir enerji açığa çıkar. Hidrojen bombası da füzyon tepkimelerine iyi bir örnektir. Öğrencilerden bazıları ise, ağır atom çekirdeklerinin nötronla bombardımanı sonucunda bu çekirdeklerin parçalanmasına “nükleer enerji” dendiğini iddia etmektedir. Fakat bu fikirde yanlıştır. Çünkü “nükleer enerji” ya da “çekirdek enerjisi” füzyon ve fisyon tepkimeleri ile elde edilen enerjidir.

O halde, ağır atom çekirdeklerinin nötronla bombardımanı sonucunda bu çekirdeklerin parçalanmasına füzyon ya da nükleer enerji değil “FİSYON” denilmektedir. Bu parçalanma ya da bölünme olayı kendiliğinden olabildiği gibi, çekirdeğin proton, nötron ve alfa tanecikleri ile bombardıman edilmesiyle de gerçekleşebilir.

$^{235}_{92}\text{U} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^{92}_{36}\text{Kr} + ^{141}_{56}\text{Ba} + 3^1_0\text{n} + \text{enerji}$ Denkleminde görüldüğü gibi tepkime sonucunda nötronlarda açığa çıkmaktadır. Bu nötronlar diğer uranyum çekirdeklerine çarparak onların bölünmesine yol açar. Bunun sonucunda zincirleme bir reaksiyon ortaya çıkar (Şekil 1). Tepkime kontrol edilmezse enerji açığı patlamayla gerçekleşir. Bu olay atom bombasının temelidir.



Şekil 1 $^{235}_{92}\text{U}$ izotopunun zincirleme bölünme tepkimeleri

Ana Sayfa

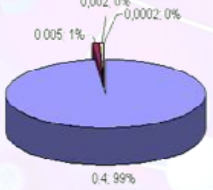
Şekil 2. ÇEKÖRM’de yer alan “Fisyon ve Füzyon” ile ilgili kavramsal değişim metni ekran görüntüsü

Kavramsal Değişim Metni

Kavramsal Değişim Metni
Yapılandırmacı Grid

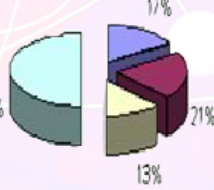
Acaba vücudumuzdaki radyoizotoplar yapay radyasyon kaynağı mıdır?

Bazı öğrenciler, radyasyonun sadece doğada yapay olarak bulunduğunu iddia etmektedir. Fakat bu fikir yanlıştır. Çünkü radyasyon yaşamın bir parçasıdır. Isı ve ışık güneşten gelen radyasyonun doğal formudur. Bunların yanı sıra mikrodalgalar, radyo dalgaları, radar, X-ışınları, gama ışınları radyasyonun diğer türleridir. Bunlar çevremizde doğal olarak bulunduğu gibi yapay olarak da elde edilmektedir. Öğrencilerin bazıları ise, vücudumuzdaki radyoizotopların yapay radyasyon kaynağı olduğunu düşünmektedir. Fakat bu fikir de yanlıştır. Çünkü İnsanlığı ve diğer canlılar milyonlarca yıldan beri evrenden gelen kozmik ışınlar ve yerkürede bulunan doğal radyoaktif maddelerden yayılan radyasyona maruz kalmışlardır. Ayrıca, tüm canlılar varoluşlarından bu yana sürekli olarak doğal radyasyonla iç içe yaşamaktadırlar. Vücudumuza solunum ve sindirim yollarıyla, hava, su, tüm bitkisel ve hayvansal besinlerde az da olsa bulunan radyoaktif maddeler alınmakta, bunlarda zamanla çeşitli organlarda birirmektedir. Buna ek olarak kozmik ışınlardan ve yerkürede bulunan doğal radyoaktif maddelerden etkilendiğimiz de düşünüldüğünde, insan vücudu hem iç hem de dış radyasyon ışınlanmasına doğal olarak maruz kalmaktadır. Vücudumuzda bulunan radyoaktif elementlerden (özellikle Potasyum-40 radyoaktif elementinden) dolayı da belli bir radyasyon dozuna maruz kalırız. Bu bağlamda da vücudumuzdaki radyoizotoplar doğal radyasyon kaynağı olarak kabul edilmektedir. Aşağıdaki daire grafiklerinde dünya genelinde yapay (Şekil 1) ve doğal (Şekil 2) radyasyon kaynaklarından maruz kalınan radyasyon dozlarının oransal değerleri gösterilmektedir.



Kaynak	Oransal Değer (%)
Tıbbi	0.4.99%
Nükleer Denemeler	0.005.1%
Çernobil	0.002.0%
Nükleer Güç	0.0002.0%

Şekil 1. Dünya genelinde yapay radyasyon kaynaklarından maruz kalınan Radyasyon dozlarının oransal değerleri



Kaynak	Oransal Değer (%)
Kozmik	49%
Gama ışınları	21%
Vücut içi ışınlanma	17%
Radon	13%

Şekil 2. Dünya genelinde doğal radyasyon kaynaklarından maruz kalınan Radyasyon dozlarının oransal değerleri

Ana Sayfa

Şekil 3. ÇEKÖRM’de yer alan “Doğal ve Yapay Radyoaktif Kaynaklar” ile ilgili kavramsal değişim metni ekran görüntüsü

Bu araştırma kapsamında kullanılan “doğal ve yapay radyoaktiflik” ile ilgili kavramsal değişim metni (kavramsal değişim metni 1) Ek 6.3 (CD)’te yer almaktadır. İlgili kavramsal değişim metnine ÇEKÖRM (CD)’ün ana sayfasındaki “Çekirdeğin Yapısı Ve Kararlılık” butonundaki “Doğal ve Yapay Radyoaktiflik” butonunun altından da ulaşılabilmektedir. “Füzyon, fisyon ve nükleer enerji” ile ilgili kavramsal değişim metni (kavramsal değişim metni 2) Ek 6.4 (CD)’te yer almaktadır. İlgili kavramsal değişim metnine ÇEKÖRM (CD)’ün ana sayfasındaki “Yapay Çekirdek Reaksiyonları” butonundaki “Fisyon ve füzyon” butonunun altında ulaşılabilmektedir.

2.4.2.2. ÇEKÖRM’de Yer Alan Çalışma Yaprakları

Çalışma yaprakları, öğrencilere öğretim sürecinde etkili kavram öğretiminin gerçekleşmesini sağlamak için onlara öğrenmelerinde rehberlik yapan dokümanlardır (Özmen ve Yıldırım, 2005; Atasoy vd., 2007). Yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı olarak hazırlanan çalışma yapraklarının öğrencilerdeki beklenen davranış değişikliğinin gerçekleşmesinde ve kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili olduğu literatürde yer almaktadır (Saka, 2001; Kurt, 2002; Coştu vd., 2003; Demircioğlu vd., 2004; Özmen ve Demircioğlu, 2005; Coştu ve Ünal, 2005). Ayrıca çalışma yaprakları ile yürütülen derslerde öğrenciler öğretmenleri ve arkadaşları ile etkileşim içerisine girerler ve tartışma ortamları oluşabilir. Bu tartışma ortamları da öğretmene öğrencilerin düşünceleri hakkında bilgi verir. Bu süreçte öğretmenin görevi öğrencilerin hedeflenen kavrama ulaşmalarını sağlamak için sorular ile onları yönlendirmek ve rehberlik yapmaktır (Kurt, 2002; Çalık, 2006). Çalışma yaprakları öğrencilerin derse karşı ilgilerini çekmekte, derse karşı ilgi ve tutumlarını artırmakta, grup etkinliği şeklinde yapıldığında öğrenciler arasındaki etkileşimi artırmada etkili olduğu belirtilmektedir. Bireysel olarak yapıldığında ise öğrencileri kendi öğrenmelerinden sorumlu tutmakta ve özgüven duygularını geliştirmede yardımcı olmaktadır (Özmen ve Yıldırım, 2005; Coştu ve Ünal, 2005; Çalık, 2006). Bazı çalışmalarda çalışma yapraklarının öğrencilerin düşünme özgürlüğünü kısıtlaması, hazırlama ve uygulama aşamalarının zaman alıcı olması ve maddi külfetinin fazla olması gibi bazı dezavantajları belirtilmektedir (Kurt, 2002; Demircioğlu ve Atasoy, 2006). Literatürde çalışma yaprakları ile ilgili çalışmalar incelendiğinde; “dış basıncın sınırların kaynama sıcaklığı üzerine etkisi” (Coştu vd., 2003), “maddenin tanecikli yapısı”

(Demircioğlu vd., 2004), “asit ve baz” (Özmen ve Yıldırım, 2005), “çözünürlük” (Çalık, 2006), “kimyasal denge” (Yıldırım, 2009), “kimyasal reaksiyonların hızı” (Kurt, 2010) kavram ve konularında çalışma yapraklarının öğrencilerdeki mevcut kavram yanlışlarını gidermede yardımcı olduğu, derse katılımın daha fazla olduğu ve öğrencilerin derse karşı dikkatlerini çekmede etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Literatürde öğrencilerin derse karşı ilgi ve motivasyonlarını artırmada, mevcut yanlışların giderilmesinde, tartışma ortamları oluşturarak öğrencilerin fikirlerini açıklama konusunda cesaretlendirmede faydalı olduğu ifade edilen çalışma yapraklarının Çekirdek Kimyası ünitesi için geliştirilen öğretim materyalleri içerisinde kullanılmasının olumlu sonuçlar doğuracağına inanılmaktadır.

Bu araştırmada “yarı ömür” ve “radyoaktif bozunma” ile ilgili derslerde çalışma yaprakları kullanılmıştır. Araştırmada çalışma yaprakları geliştirilirken yapılandırmacı öğrenme kuramı temel alınmıştır. Yarı ömür ile ilgili derste kullanılan çalışma yaprağının ilk kısmında öğrencilere “Radyoaktif bir maddenin yarılanma ömrü ve yarılanma ömrünün ölçülmesi deyince aklınıza ne geliyor?” sorusu yöneltilmiştir. Böylelikle öğrencilerin yarı ömür kavramı ile ilgili ön bilgileri tespit edilmeye çalışılmıştır. İlgili çalışma yaprağı ana ekran görüntüsü Şekil 4’te sunulmuştur.



Şekil 4. “Protoactiniumun Yarılanma Ömrünün Ölçülmesi” ile ilgili çalışma yaprağı ana ekran görüntüsü

Çalışma yaprağının ikinci bölümünde öğrencilerin yönergeleri dikkatli bir şekilde okumaları ve deneyin nasıl gerçekleşeceği hakkında deneyim sahibi olmaları için gerekli basamaklar yer almaktadır. Gösteri deneyi olarak gerçekleştirilmiş olan sanal deneyde sırasıyla aşağıdaki aşamalar takip edilmiştir:

1. Yaklaşık 8 gram uranyum nitrat alın ve $25 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O}$ da kalın duvarlı ayıraç şişesinde çözün. Dikkatle ve yavaş yavaş 55 cm^3 derişik HCl ilave edin. Daha sonra 80 cm^3 amil asetatı ekleyin. Şişenin kapağını kapatın.
2. Deney amacıyla karışımın çoğunu polietilen şişesine aktarın. 30 saniye çalkalayın. Fazların ayrılmasını bekleyin. Ayrılma olur olmaz tepedeki katmanı (organik) sayın.
3. Ayrılma olur olmaz Geiger- Müler sayacının tüpünü polietilen şişesinin yanına yerleştirin ve saymaya başlayın.
4. Her 20 saniyede bir sayın. Sayımlar arasında 10 saniyelik bir ara bırakın. Yani 0-20, 30-50, 60-80, 80.... ve 20 saniyelik periyodun ortalama toplam sayısını kaydedin. Böylece C_1 10'da, C_2 40'da, C_3 70'da sayılır ve C 20 saniyelik periyodun toplam sayısıdır.
5. Bitirdiğinizde karışımı tekrar kalın duvarlı ayıraç şişesine koyun.

Yukarıda “yarı ömür” ile ilgili çalışma yaprağındaki sanal deneyin ikinci bölümünde yapılması gereken aşamalar sunulmuştur. Bu aşamalara ilişkin örnek ekran görüntüleri Şekil 5, 6, 7 ve 8’de yer almaktadır:



Şekil 5. “Protoactiniumun Yarılanma Ömrünün Ölçülmesi” ile ilgili çalışma yapağı örnek ekran görüntüsü 1

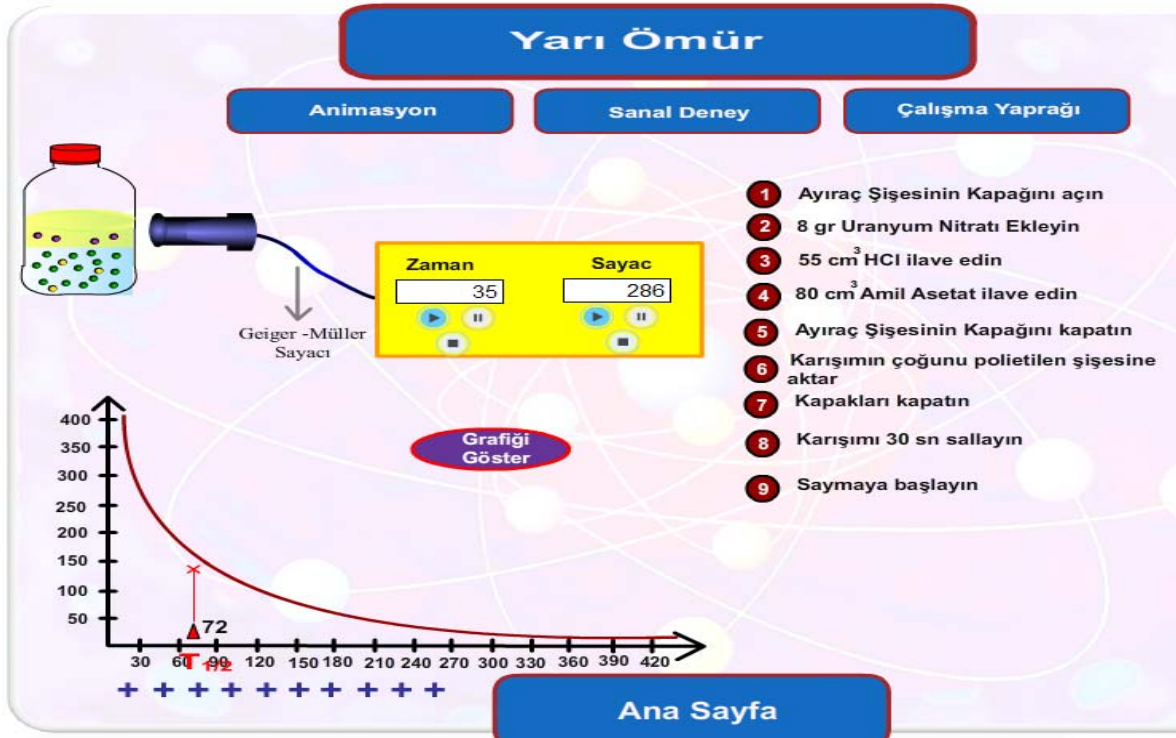


Şekil 6. “Protoactiniumun Yarılanma Ömrünün Ölçülmesi” ile ilgili çalışma yapağı örnek ekran görüntüsü 2



Şekil 7. “Protoactiniumun Yarılanma Ömrünün Ölçülmesi” ile ilgili çalışma yaprağı örnek ekran görüntüsü 3

Bu işlemler gerçekleştirildikten sonra “Sonuçlar niçin her 20 saniyede bir ve sayımlar arasında 10 saniye boşluk bırakılarak sayılmış olabilir?”, “Karışımı tekrar kalın duvarlı ayıraç şişesine koymamızın nedeni ne olabilir?” ve “Elde ettiğiniz deneyimler sonucunda yarı ömür kavramı ile ilgili ne söyleyebilirsiniz?” soruları öğrencilere yöneltilerek gerekli bilimsel bilgi verilmiştir. Öğrencilerden 20 saniyede bir sayılan sonuçları grafiğe geçirmeleri ve Protoactiniumun’un yarı ömrünü bulmaları istenilmiştir. Öğrencilerin buldukları sonuçlar ile karşılaştırma yapabilmeleri için grafik ekrana yansıtılmıştır. İlgili grafiğe ait ekran görüntüsü Şekil 8’de sunulmuştur.



Şekil 8. Protoactiniumun Yarılanma Ömrünün Ölçülmesi ile ilgili çalışma yaprağındaki grafiğe ait ekran görüntüsü

Çalışma yaprağının son bölümde ise öğrencilere öğrendikleri kavramlar ilgili işlemsel sorular sorulmuştur. Burada öğrencilere öğrendikleri bilgileri yeni durumlara uygulayabilmeleri amaçlanmıştır. Bu sorular aşağıdaki gibidir:

1. Radyoaktif bir elementin 16 saatte %6.25'i bozunmadan kaldığına göre yarılanma süresi kaç saattir?
2. Bir araştırma laboratuvarı için 1 gram radyoaktif elemente ihtiyaç duyulmaktadır. Element laboratuara 60 saat uzaklıktaki nükleer reaktörden getirilecektir. Elementin yarı ömrü 10 saat olduğuna göre, reaktörden kaç gram madde yola çıkarılmalıdır?

Radyoaktif bozunma ile ilgili derste kullanılan çalışma yaprağının ilk kısmında ise “Radyoaktif bozunma denilince aklınıza ne geliyor?” sorusu öğrencilere yöneltilmiştir. Böylelikle öğrencilerin radyoaktif bozunma kavramı ile ilgili ön bilgileri tespit edilmeye çalışılmıştır. İlgili çalışma yaprağı ana ekran görüntüsü Şekil 9’da sunulmuştur.

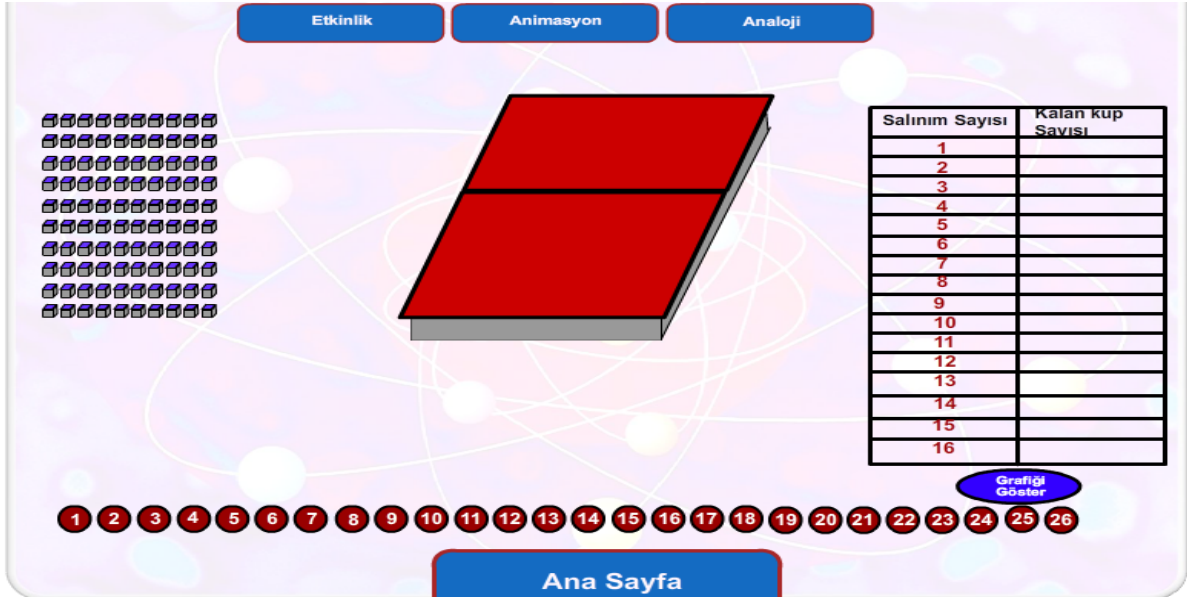


Şekil 9. “Radyoaktif Bozunma” ile ilgili çalışma yaprağı ana ekran görüntüsü

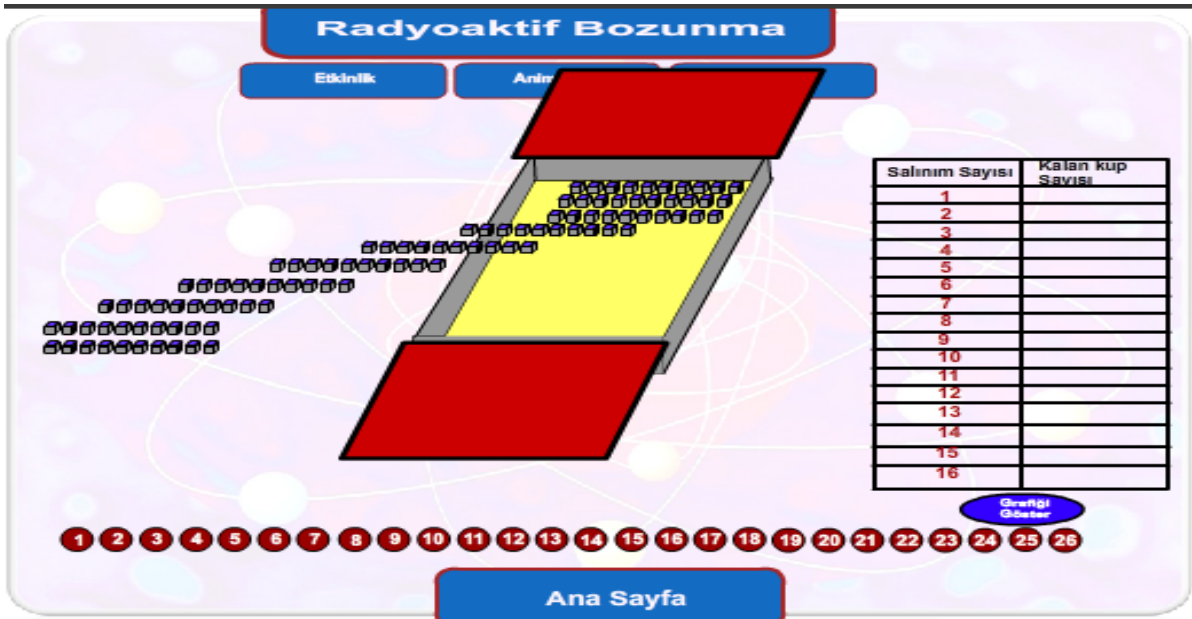
Çalışma yaprağının ikinci bölümünde etkinlik için gerekli basamaklar yer almaktadır. İlgili basamaklar aşağıdaki gibidir:

1. Küplerin bir yüzünü işaretleyin. Böylece bu yüz açık bir şekilde diğer yüzlerden ayrılsın.
2. Küpleri kutuya koyun, kapağı kapatın ve kutuyu sallayın.
3. Kapağı kaldırın. İşaretli yüzünü gösteren küpleri çıkarın. Bunları sayın.
4. Bu rakamı, kutuda kalan küplerin sayısını ve atış sayısını ekranın sol alt köşesindeki kutucuğa kaydedin.
5. Birkaç küp kalıncaya kadar ya da hiç küp kalmayıncaya kadar bu işlemi sürdürün.
6. Kalanların sayısını atış sayısına göre grafiğe geçirin.

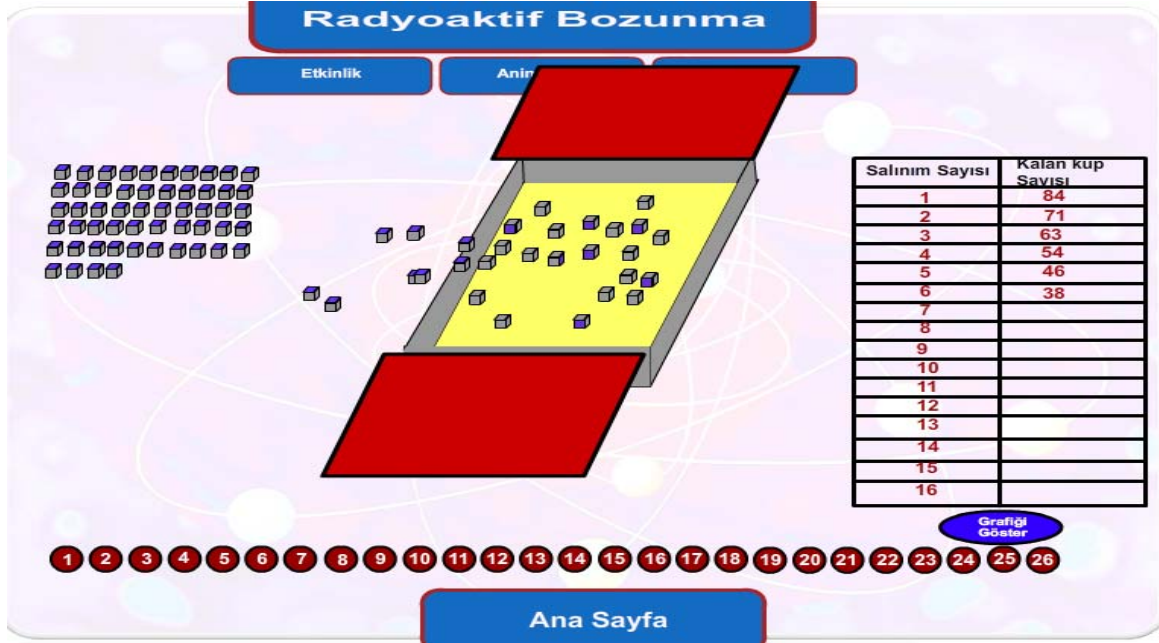
Bu basamaklara ait örnek ekran görüntüleri Şekil 10, 11 ve 12’de sunulmuştur.



Şekil 10. “Radyoaktif Bozunma” ile ilgili çalışma yaprağı işlem basamakları ekran görüntüsü 1

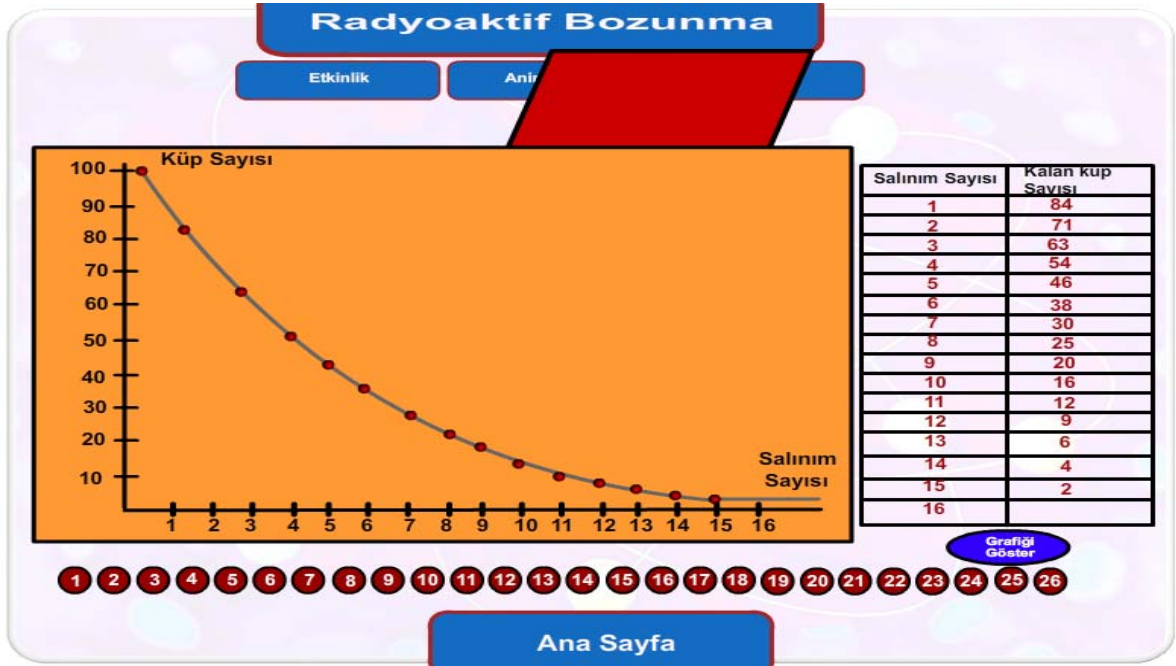


Şekil 11. “Radyoaktif Bozunma” ile ilgili çalışma yaprağı işlem basamakları ekran görüntüsü 2



Şekil 12. “Radyoaktif Bozunma” ile ilgili çalışma yaprağı işlem basamakları ekran görüntüsü 3

Bu işlemler gerçekleştirildikten sonra “Bu işlemi birkaç küp kalıncaya kadar ya da hiç küp kalmayıncaya kadar sürdürmemizin nedeni ne olabilir? Açıklayınız.”, “Kalanların sayısının atış sayısına göre grafiği bize neyi ifade eder? Açıklayınız.” ve “Elde ettiğiniz deneyimler sonucunda radyoaktif bozunma kavramı ile ilgili ne söyleyebilirsiniz? Açıklayınız.” soruları öğrencilere yöneltilerek gerekli bilimsel bilgi verilmiştir. Öğrencilerden kalanların sayılarının atış sayısına göre grafiğe geçirmeleri istenilmiştir. Öğrencilerin buldukları sonuçlar ile karşılaştırma yapabilmeleri için grafik ekrana yansıtılmıştır. İlgili grafiğe ait ekran görüntüsü Şekil 13’te sunulmuştur.



Şekil 13. “Radyoaktif Bozunma” ile ilgili çalışma yaprağındaki grafiğe ait ekran görüntüsü

Çalışma yaprağının son bölümünde ise öğrencilere öğrendikleri kavramlar ilgili sorular sorulmuştur. Burada öğrencilere öğrendikleri bilgileri yeni durumlara uygulayabilmeleri amaçlanmıştır. Bu sorular aşağıdaki gibidir:

1. Bozunmanın değişik bir olasılığı göstermek için basit başka hangi aracı kullanabilirsiniz?
2. Bu etkinlik sonucundaki kendi fikirlerinizi belirtiniz ve sınıfta tartışınız.

2.4.2.3. ÇEKÖRM’de Yer Alan Analogiler

Analoji, genel olarak bilinen ile bilinmeyen arasında bağ oluşturma olarak tanımlanmaktadır. Analogide kullanılan benzetmelerde açıklanmak istenen kavram “hedef”, hedef ile benzerliğin kurulduğu somut kavram ise “analog” olarak ifade edilmektedir. Analogilerin kullanılmasında hedef ve analog arasındaki benzeyen ve benzemeyen özelliklerin karşılaştırıldığı analogi haritaları oluşturulmalıdır (Kesercioğlu vd., 2004). Analoginin öğretim sürecinde kullanmasının öğretmen ve öğrencilere birçok faydası bulunmaktadır. Bu faydalar ideal analogiler kavramsal değişimin gerçekleşmesinde

önemli rol oynar (Brown ve Clement, 1989; Chiu ve Lin, 2005); analogiler öğrencilerin derse olan katılımını ve etkileşimini artırdığı için anlamlı öğrenmede motive edici rol oynar (Thiele ve Tregust, 1994; Glynn ve Takahaski, 1998); hedef kavram karmaşık ilişkileri içeriyorsa, analogi ile kavramı basitleştirmek ve somutlaştırmak öğrencilerin konuya da kavramı kavrayabilmeleri açısından fayda sağlar (Dilber, 2006) şeklinde sıralanabilir. Yapılan bazı çalışmalar analogilerin bazı sınırlılıklarının da olduğunu göstermektedir. Öğrenciler hedef kaynak arasındaki benzerlik ilişkisini tam olarak zihinlerinde kuramadıkları zaman, analogiler yarardan çok zararlı da olabilir (Çalık, 2006). Ayrıca öğrencilerde kavram yanılgıları da oluşturabilirler (Bilgin ve Geban, 2001). Belli bir kavram ya da konunun sadece analogilerle öğretimi öğrencilerin anlamalarını ve öğrenmelerini sınırlayabilir (Dagher, 1995). Literatürde analogi ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde; “hal değişimi” (Tsai, 1999), “maddenin içyapısına yolculuk” (Karamustafaoğlu ve Ayas, 2004), “kimyasal reaksiyonlar” (Vural, 2005), “çözeltiler” (Çalık, 2006), “kimyasal bağlar” (Kılıç, 2007), “Le Chatelier prensibi” (Trey ve Khan, 2008), “kimyasal denge” (Yıldırım, 2009) konularının öğretiminde analogilerin kullanılmasının bilginin kalıcılığında etkili olduğu ve öğrencilerin derse karşı ilgi ve motivasyonlarını artırdığı belirtilmektedir. Bu araştırma kapsamında literatürde ifade edilen olumlu yönleri dikkate alınarak geliştirilen analogilere öğretim materyallerinde de öğrencilerin derse karşı ilgi ve motivasyonlarını artırmak, bilginin kalıcılığı sağlamak amacıyla yer verilmiştir.

Bu çalışmada, “aktiflik, radyoaktif ışınların sayımı ve sağlığa etkisi” ve “radyoaktif bozunma” derslerinde analogiler kullanılmıştır. “Aktiflik, radyoaktif ışınların sayımı ve sağlığa etkisi” dersinde kullanılan “Radyoaktif ışınların giricilikleri ve iyonlaştırma özellikleri nasıl oluyor?” isimli analogi alfa, beta ve gama ışınlarının giricilikleri ve iyonlaştırma özellikleri ile ilgilidir. Analogide Galip, Alp ve Betül farklı kişilik ve mesleklere sahip kişiler olarak tanıtılmaktadır. Galip halkla ilişkiler uzmanı olup mesleğinden dolayı farklı ortamlara girebilmektedir. Farklı ve çok çeşitli ortamlara girebilen Galip’in bu ortamlarda hiç arkadaşı yoktur. Bu durumun onun kendini beğenmiş olmasından kaynaklandığı belirtilmektedir. Alp üniversitede tıp öğrencisi olup derslerinin çok yoğun ve zor olması nedeniyle farklı ortamlara girememektedir. Galip’e göre girdiği ortam sayısı çok az olmasına rağmen edindiği arkadaş sayısı oldukça fazladır. Bu durumun Alp’in mütevazı kişiliğinden kaynaklandığı belirtilmektedir. Betül ise öğretmen olup her gün derslere girmekte ve okulun dışında çok fazla vakit geçirememektedir. Ancak okulla

ilgili aktivitelere katılmakta ve Galip'in girdiği ortama göre daha az, Alp'in girdiği ortama göre ise daha fazla bir ortama girebilmektedir. Galip gibi kendini beğenmiş olmamasından dolayı girdiği ortamlarda Galip'in edindiği arkadaş sayısına göre daha fazla, Alp kadar mütevazı olmamasından dolayı da Alp'in edindiği arkadaş sayısına göre daha az arkadaş edinebilmektedir. İlgili analojinin ana ekran görüntüsü Şekil 14'te sunulmaktadır.



Şekil 14. “Radyoaktif Işınlardan Giricilikleri ve İyonlaştırma Özellikleri Nasıl Oluyor?” isimli analojinin ana ekran görüntüsü

Öğrencilerden Galip, Alp ve Betül'ün girdikleri ortam sayısının ve edindikleri arkadaş sayısının neye benzetildiğini tahmin etmeleri istenilmiştir. Öğrencilerden Galip'in girdiği ortam sayısının gama ışınlarının giriciliğine, Alp'in girdiği ortam sayısının alfa ışınlarının giriciliğine ve Betül'ün girdiği ortam sayısının ise beta ışınlarının giriciliğine benzetmeleri beklenilmektedir. Ayrıca öğrencilerden Galip'in edindiği arkadaş sayısını gama ışınlarının iyonlaştırma özelliklerine, Alp'in edindiği arkadaş sayısını alfa ışınlarının iyonlaştırma özelliklerine ve Betül'ün edindiği arkadaş sayısını ise beta ışınlarının

iyonlaştırma özelliklerine benzetmeleri de beklenilmektedir. İlgili analogi haritasının ekran görüntüsü Şekil 15’te sunulmaktadır.

Aktiflik, Radyoaktif Işınlardan Sayımı ve Sağlığa Etkisi

RADYOAKTİF IŞINLARIN GİRİCİLİKLERİ VE İYONLAŞTIRMA ÖZELLİKLERİ NASIL OLUYOR?

Galip, Alp ve Betül farklı kişilik ve mesleklere sahip insanlardır.

Galip halkla
dolayı farklı
rağmen Galip

Alp

Betül i
okulur
aktivite
ise da
meslek

Analog	Durum	Hedef
Galip'in girdiği ortam sayısı	Benzetilir	Gama ışınlarının giriciliği
Alp'in girdiği ortam sayısı	Benzetilir	Alfa ışınlarının giriciliği
Betül'ün girdiği ortam sayısı	Benzetilir	Beta ışınlarının giriciliği
Galip'in edindiği arkadaş sayısı	Benzetilir	Gama ışınlarının iyonlaştırma özellikleri
Alp'in edindiği arkadaş sayısı	Benzetilir	Alfa ışınlarının iyonlaştırma özellikleri
Betül'ün edindiği arkadaş sayısı	Benzetilir	Beta ışınlarının iyonlaştırma özellikleri
Alp	Benzetilemez	Alfa ışınlarına
Betül	Benzetilemez	Beta ışınlarına
Galip	Benzetilemez	Gama ışınlarına

olmamasından dolayı girdiği ortamlarda Galip'e göre daha fazla arkadaş edinebilmektedir. Alp kadar mütevazı olmamasından dolayı da Alp'e

Galip

ndan dolayı
çok az olmasına
dır.

Betül

Tabloyu Göster

Ana Sayfa

Şekil 15. İlgili Analogi Haritası ekran görüntüsü

“Radyoaktif bozunma” dersinde kullanılan “Radyoaktif Bozunma Nedir?” isimli analogi radyoaktif bozunma ile ilgilidir. Analogide Tülay ve Gülay’ın ikiz kardeş oldukları ve kumbaralarının ortak olduğu belirtilmektedir. Babaannelerinin kumbaralarına her gün 1TL attığı ve her ayın sonunda kumbaralarını açıp parayı eşit olarak bölüştükleri belirtilmektedir. Ancak bu sefer bir değişiklik yapıp ay sonunu değil kumbarada 100 adet bozuk para birikene kadar beklemeye karar verirler. 100 adet bozuk para birikince de “yazı-tura” adını verdikleri oyunu oynarlar. Bu oyuna göre, bozuk parayı havaya atacaklar ve hangi yüzünün geldiğini doğru tahmin etmeye çalışacaklardır. Havaya atılan bozuk paranın hangi yüzünün geldiğini doğru tahmin eden parayı alacaktır. Paranın iki yüzü olduğu için yazı ya da tura gelme olasılığı $\frac{1}{2}$ ’dir. Atılan bozuk para için Tülay’ın tahminin doğru olma olasılığı $\frac{1}{2}$ ’dir. Benzer durum Gülay’ın tahmini için de geçerlidir. İlgili analoginin ana ekran görüntüsü Şekil 16’da sunulmaktadır.



Şekil 16. “Radyoaktif Bozunma Nedir?” isimli analojinin ana ekran görüntüsü

Öğrencilerden anlatılanları radyoaktif bozunma ile ilişkilendirmeleri istenilmiştir. Öğrencilerden 100 adet bozuk parayı radyoaktif elemente, herhangi bir parayı atom çekirdeğine, yazı gelen paraları bozunan elemente, tura gelen paraları bozunmayan elemente ve atış sayısını da zamana benzetmeleri beklenilmektedir. İlgili analogi haritasının ekran görüntüsü Şekil 17’de sunulmaktadır.

Etkinlik Animasyon Analoji		
Analog	Durum	Hedef
100 adet bozuk para	Benzetilir	Radyoaktif element
Herhangi bir para	Benzetilir	Atom çekirdeği
Yazı gelen paralar	Benzetilir	Bozunan element
Tura gelen paralar	Benzetilir	Bozunmayan element
Atış sayısı	Benzetilir	Zaman
Tülay ve Gülay	Benzetilemez	Radyoaktif bozunmaya

Tabloyu Göster

Ana Sayfa

Şekil 17. İlgili Analogi Haritası ekran görüntüsü

“Radyoaktif Maddelerin Giricilikleri ve İyonlaştırma Özellikleri Nasıl Oluyor?” isimli analogi (analoji 1) Ek 6.5 (CD)’te yer almaktadır. Ayrıca bu analogiye ÇEKÖRM (CD)’ün ana sayfasındaki “Aktiflik, Radyoaktif Işınlardan Sayımı ve Sağlığa Etkisi” butonundaki analogi butonundan da ulaşılabilir. “Radyoaktif Bozunma Nedir?” isimli analogi (analoji 2) Ek 6.6 (CD)’ta yer almaktadır. Ayrıca bu analogiye ÇEKÖRM (CD)’ün ana sayfasındaki “Çekirdeğin Yapısı ve Kararlılık” butonundaki “Radyoaktif Bozunma” butonunun altındaki analogi butonundan da ulaşılabilir.

2.4.2.4. ÇEKÖRM’de Yer Alan Hikâye ve Açıklayıcı Metinler

Bu bölümde ÇEKÖRM’de yer alan hikâye ve açıklayıcı metinler yer almaktadır. Öncelikle hikâye daha sonrada açıklayıcı metinler detaylı olarak sunulmuştur.

2.4.2.4.1. ÇEKÖRM’de Yer Alan Hikâye

Sözlük anlamı olarak hikâye, gerçek ya da tasarlanmış bir olayın sözlü veya yazılı anlatılmasıdır. Hikâyeler yeni kavramların kazanımında, tahmin ve çıkarım becerilerinin geliştirilmesinde etkilidir (Akyol, 2006). Fen bilimleri yaşadığımız dünya ve kendi hayatımızdaki ilginç olaylar ve buluşlar ile ilgili hikâyelere sahiptir. Fen biliminin önemli bir kolu olan kimya öğretiminde büyük ilgi görmeye başlayan hikâye tarzının amacı, günlük yaşamla ilişki kurmak, fen biliminin içerisine sosyal ve kültürel yapıyı iyice yerleştirmek, günlük durumlarda bilimsel kavramlarının sunumu ile öğrencilerin fen bilimine yönelik tutumlarının gelişmesine yardımcı olmak ve bilimsel okur-yazarlar yetiştirmektir (Demircioğlu vd., 2006). Hikâyeler öğretime dahil edildiğinde; fene karşı genel ilgi artırmakta, kavramlar bireyler için yararlı olarak görülmekte, öğrencilerin kavramların birbirleri ile ilişkilerini gördüklerinde kavramları akılda tutma süreçlerini artırmaktadır (Pilling vd., 2001).

Hikâyelerin yukarıda bahsedilen olumlu özellikleri dikkate alınarak bu araştırmada, öğrencilerin derse karşı ilgisini çekmek, günlük yaşamla ilişki kurulmasına ve öğrencilerin kavramları akılda tutma süreçlerini artırmak için hikâye kullanılmıştır. “Bilin Bakalım Biz Kimiz?” isimli hikâye “radyoaktif bozunma türleri” ile ilgili olarak araştırmacı tarafından oluşturulmuş ve ilgili dersin giriş ve değerlendirme kısmında bu hikâye kullanılmıştır. “Bilin Bakalım Biz Kimiz?” isimli hikâyede Müge ailesini tanıtmaktadır. Anne, baba ve 3

çocuktan oluşan toplam 5 kişilik bir aile olup ailecek çok kararsız olduklarını belirtmektedir. Bu kararsız yapılarının hayatlarını olumsuz etkilediğini ve bu nedenle kararlılık kuşağına yaklaşmak istediklerini, kararlılık kuşağına yaklaşabilmeleri için de her birinin atom, nötron ve kütle numaralarında çeşitli değişiklikler yaptıklarını belirtmektedir. “Bilin Bakalım Biz Kimiz?” isimli hikâyenin ana ekran görüntüsü Şekil 18’de sunulmaktadır.



Şekil 18. “Bilin bakalım biz kimiz?” isimli hikâyenin ana ekran görüntüsü

Hikâyede Müge ailesinin kararlılık kuşağına yaklaşabilmeleri için yapmaları gerekenleri açıklamaktadır. Kişilerin üstüne tıklanınca kişiler öne çıkıyor ve yapmaları gerekenleri Müge belirtiyor. Müge babasının proton ve nötron sayısını değiştirmeden kararlı bir yapıya dönüşmek için enerji yaydığını, annesinin atom numarasını bir artırırken kütle numarasını değiştirmedeğini, kız kardeşi Deniz’in annesine çok düşkün olduğu için ona benzer şekilde kütle numarasını değiştirmeden atom numarasını bir azalttığını, en küçük kardeşi Ayla’nın ise çekirdeğine en yakın orbitalindeki elektronu yakalayıp bir proton ile birleştirerek nötrona dönüştürdüğünü, bu durumda da atom numarasını bir azalttığını kütle numarasını ise değiştirmedeğini belirtmektedir. Kendisi ise atom

numarasını 2, kütle numarasını 4 azaltmayı tercih etmektedir. İlgili basamaklarının ekran görüntüleri Şekil 19, 20, 21, 22 ve 23’te sunulmaktadır.



Şekil 19 “Bilin Bakalım Biz Kimiz?” isimli hikâyenin basamaklarına ait ekran görüntüsü 1



Şekil 20. “Bilin Bakalım Biz Kimiz?” isimli hikâyenin basamaklarına ait ekran görüntüsü 2



Şekil 21. “Bilin Bakalım Biz Kimiz?” isimli hikâyenin basamaklarına ait ekran görüntüsü³



Şekil 22. “Bilin Bakalım Biz Kimiz?” isimli hikâyenin basamaklarına ait ekran görüntüsü⁴



Şekil 23. “Bilin Bakalım Biz Kimiz?” isimli hikâyenin basamaklarına ait ekran görüntüsü5

Öğretmen bu adımlarda sonra aile üyelerinin radyoaktif bozunma çeşitlerinden hangisini gerçekleştirdiklerine dair bir tartışma ortamı açar, tartışmaları takip eder ve sorular ile onları yönlendirir. Dersin sonunda aile üyelerin radyoaktif bozunma türlerinden hangisini temsil ettikleri öğrencilere sorularak geri dönüt alınır. Öğrencilerden Müge’nin alfa, babasının gama, annesinin beta, Deniz’in pozitron bozunması, Ayla’nın ise elektron yakalamasını gerçekleştirdiğini belirtmeleri beklenmektedir. Aile üyelerinin yaptıkları bozunma türlerini gösteren ekran görüntüsü Şekil 24’te sunulmaktadır.



Şekil 24. “Bilin Bakalım Biz Kimiz?” isimli hikâyedeki aile üyelerinin yaptıkları radyoaktif bozunma türlerini gösteren ekran görüntüsü

“Bilin Bakalım Biz Kimiz? isimli hikaye E.6.11 (CD)’de yer almaktadır. Ayrıca bu hikâyeye ÇEKÖRM (CD)’ün ana sayfasındaki “Çekirdeğin Yapısı ve Kararlılık” butonundaki “Radyoaktif Bozunma Türleri” butonundan da ulaşılabilmektedir.

2.4.2.4.2. ÇEKÖRM’de Yer Alan Açıklayıcı Metinler

Bir kişiyi ya da kavramın özelliklerini anlatan, olaylara dayanan bilgiyi aktaran metin türleri “tanımlayıcı”, “bilgilendirici” ya da “açıklayıcı” metin olarak isimlendirilir (Armbruster vd., 1989; Meyer, 2003; Hall vd., 2005). Bu tür metinlerde anlatılanlar gerçek yaşamdaki nesneler, varlıklar, durumlar, olgular ve olaylar ile ilgilidir. Bu tür metinlerde mantık çerçevesinde gelişen ve açıklamaya dayanan anlatım biçimi ağır basar. Açıklayıcı nitelikte olan metinler yardımı ile okur, dünyanın nasıl olduğunu ve olacağını, nesnelerin oluşumlarının işleyişlerini anlayabilir. Açıklayıcı metinler hayat bilgisi, sosyal bilgiler, fen bilimleri gibi konu alanlarında yapılan öğretimin temel özelliği gibi düşünülmektedir (Demirel, 1996). Açıklayıcı metinlerin amacı bilgi verip öğretmek ve bu öğrenilenlerin günlük yaşamda kullanılmasını sağlamaktır. Bu bağlamda seçilen metinlerin öğrencilerin

bulundukları yaş dönemine uygun konuları içermesi daha kolay anlaşılmasını sağlar (Karakuş Tayşi, 2007).

Ortaöğretim 11. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı Çekirdek Kimyası ünitesinin öğretiminde bu tür metinlerin kullanılmasını önermektedir. Bu bağlamda açıklayıcı metinlerin literatürde ifade edilen olumlu özellikleri göz önünde bulundurularak ve programın önerisi doğrultusunda bu araştırma kapsamında kullanılmasına karar verilmiştir. Bu araştırma kapsamında “atom yapısı ve kararlılığı”, “radyoizotopların kullanım alanları” ve “nükleer reaktörler” ile ilgili derslerde açıklayıcı metinler kullanılmıştır. “Atomun yapısı ve kararlılık” ile ilgili derste kullanılan Açıklayıcı Metin-1 Altın (2008) çalışmasından yararlanılarak araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. “Radyoizotopların kullanım alanları” ile ilgili derste kullanılan Açıklayıcı Metin-2 ve Açıklayıcı Metin-3 Atkins ve Jones’un (1997) Kimya kitabındaki Nükleer Kimya Ünitesi’nden alınmıştır. “Nükleer reaktörler” ile ilgili derste kullanılan Açıklayıcı Metin-4 çeşitli internet sitelerinden yararlanılarak oluşturulmuştur. İlgili açıklayıcı metinler Ek 6.7 (CD), 6.8 (CD), 6.9 (CD) ve 6.10 (CD)’da sunulmaktadır. Ayrıca Açıklayıcı Metin-1’e ÇEKÖRM (CD)’ün ana sayfadaki “Ek Bilgiler” butonunun altındaki Çekirdek Kimyası ünitesinin öğretiminde yararlanılabilecek ek materyallerden, Açıklayıcı Metin-2 ve Açıklayıcı Metin-3’e ÇEKÖRM (CD)’ün ana sayfadaki “Radyoaktif Maddelerin Kullanım Alanları” butonundan, Açıklayıcı Metin-4’e ise ÇEKÖRM (CD)’ün ana sayfadaki “Yapay Çekirdek Reaksiyonları” butonunun altındaki “Nükleer Reaktör” butonundan da ulaşılabilmektedir.

2.4.2.5. ÇEKÖRM’de Yer Alan Animasyonlar

Animasyon ekranda bir dizi resmin ve görüntünün hızlı bir şekilde gösterimidir (Burke vd., 1998). Ayrıca animasyonlar bir konunun ya da kavramın etkili bir şekilde öğrenilmesini sağlamak için kullanılan öğretim araçlarından biridir. Animasyonlar kullanıcıya esneklik, hız ve bilgi girişinde kolaylık gibi özelliklerinden dolayı eğitimde etkili olarak kullanılan araçlardandır (Marshall ve Shipman, 1995).

Animasyonlar ile eğitimin faydalarını Arıcı ve Dalkılıç (2006), aşağıdaki gibi özetlemektedir:

1. Animasyonlar ile öğrencilere öğretilmek istenen soyut olaylar somutlaştırılarak zihinde canlandırma güçlükleri ortadan kaldırılabilir.
2. Animasyonlar göz ve kulağa hitap ederek etkin bir öğrenme ortamı sağlayabilir.

3. Animasyonlar sayesinde öğrencilerin kavrama kabiliyetleri artırılabilir ve konuya ilgileri daha kolay çekilebilmektedir.
4. Tehlikeli, zor veya pahalı bazı deneylerin laboratuvar ortamında deneysel olarak incelenebilmesi mümkün olmayabilir. Animasyonlar ile birlikte tasarlanabilen bu tür deneyler sayesinde öğrenciler, tehlikesiz bir şekilde, zor veya pahalı deneyleri gerçekleştirme imkânı elde ederler.

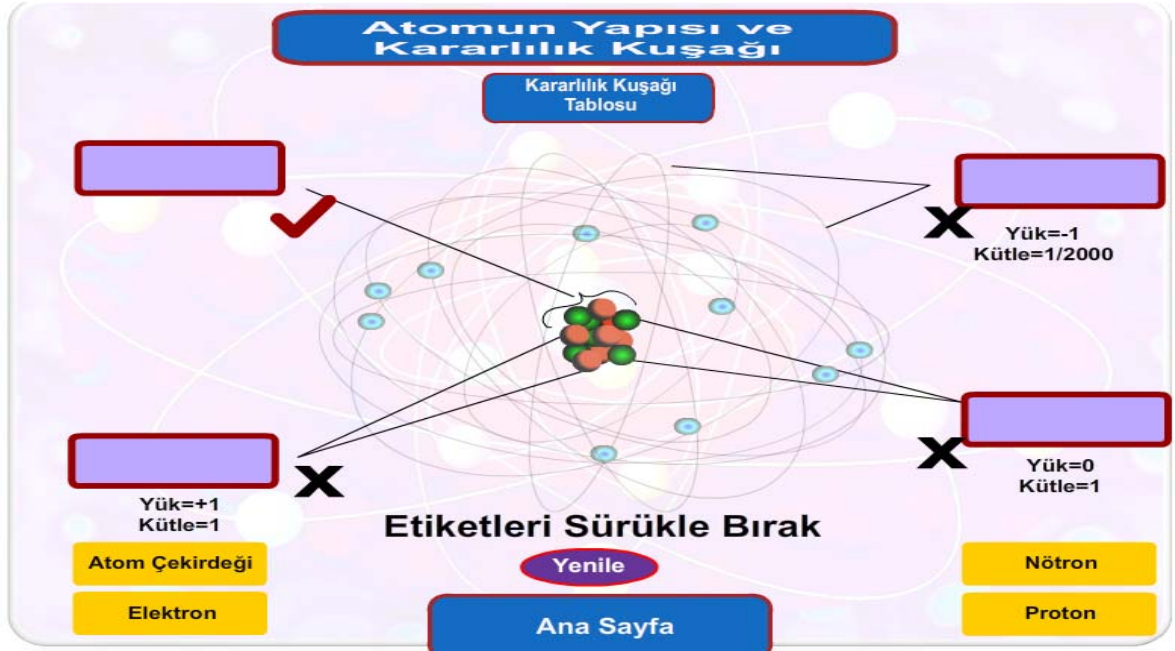
Fen bilgisi derslerinde kullanılan animasyonlar sunulan konunun ya da kavramın görsel olarak kodlanmasına yardımcı olmaktadır. Öğrenen, sunulan içeriği hem sözlü hem de görsel olarak kodlayıp zihninde yapılandırır ve anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirebilir (Tasker ve Dalton, 2006). Animasyonlar ilgi çekici, hareketli görsel şovlarla, fen öğretimine yeni bir boyut getirmiştir. Animasyonlar sayesinde öğrencilerin hayal dünyaları zenginleşebilir ve fen bilimlerindeki birçok soyut kavram öğrencilerin ilgisini çekebilecek şekilde anlatılabilir. Fen öğretiminde gözlenebilir değişiklikler iki yolla anlatılabilir. Bu yollardan biri laboratuvar, diğeri mikroskobik seviyede anlatım yöntemidir. Mikroskobik seviyedeki anlatımlar sembol ya da işaretler ile ya nitel ya da nicel olarak anlatılmaktadır. Mikroskobik seviyedeki anlatımların animasyonla ile daha iyi anlaşılacağı literatürde ifade edilmektedir (Daşdemir, 2006).

Animasyonlar eğitimde tek başına yeterli olmayıp sadece eğitimin bir parçasıdır (Mayer ve Anderson, 1991). Literatürde animasyonlar ile ilgili yapılan çalışmaların; “kimyasal maddeler” (Wiley, 2001), “atp sentezi” (Huk vd., 2003), “çiçekli bitkiler” (Akçay vd., 2005), “moleküler biyoloji” (McClean vd., 2005), “mol kavramı ve kimyasal formüller” (Pekdağ, 2005), “kimyasal bağlar” (Ünal, 2007), “kimyasal reaksiyonların hızları” (Kolomuç, 2009), “optik” (Bülbül, 2009), “yaşamımızdaki sürat” (Karaca, 2010) “kimyasal bağlar ve elektrokimya” (Karaçöp, 2010), “kuvvet ve hareket” (Şahin, 2010), “yaşamımızdaki elektrik” (Türkan, 2010), “kimyasal değişimler” (Tatlı, 2011) gibi farklı konularda kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmalarda animasyonların öğrenci başarısını artırmada ya da yanlışları gidermede oldukça etkili olduğu ifade edilmektedir. İfade edilen olumlu yanırları dikkate alınarak bu araştırma kapsamında öğrencilerin soyut olan Çekirdek Kimyası ünitesi içerisindeki kavramları daha iyi anlamalarına yardımcı olacağı ve yanlışların düzeltilmesine ya da başarılarına olumlu katkı yapacağı düşünülen Adobe Flash programında hazırlanmış animasyonlara yer verilmiştir.

Bu araştırma kapsamında “atomun yapısı ve kararlılık kuşağı”, “radyoaktif bozunma”, “radyoaktif bozunma türleri”, “zincirleme reaksiyon”, “Rutherford deneyi”,

“yarı ömür”, “nükleer reaktör”, “radyoaktif ışınların sayımı ve sağlığa etkisi”, “radyoaktif maddelerin kullanım alanları” ile ilgili derslerde animasyonlar kullanılmıştır. ÇEKÖRM’de kullanılan animasyonların oluşturulması sırasında Çekirdek Kimyası ünitesi ile ilgili yurt içi ve yurt dışı web sayfaları incelenmiştir. Bu web sayfalarında yer alan animasyonların detaylı incelenmesinden sonra, ÇEKÖRM’de yer alacak animasyonlar uzman görüşleri de alınarak araştırmacı tarafından tasarlanmıştır. Tasarlanan animasyonların bilgisayar ortamına aktarılmasında ise teknik destek alınmıştır.

Atomun yapısı ve kararlılık kuşağı ile ilgili derste kullanılan animasyon öğrencilerin atomun yapısı ile ilgili ön bilgileri tespit etmek ve dersin uygulama aşamasında da kullanmak amacıyla geliştirilmiştir. Bu animasyonda öğrencilerden ilgili etiketlerin sürüklenerek atomun neresinde yer aldığı bulmaları beklenmektedir. İlgili animasyona ait ekran görüntüsü Şekil 25’te yer almaktadır. İlgili animasyona ÇEKÖRM (CD)’ün ana sayfasındaki “Atomun Yapısı ve Kararlılık” butonundaki “Atomun Yapısı ve Kararlılık Kuşağı” butonunun altında ulaşılabilir.



Şekil 25. “Atomun Yapısı” ile ilgili animasyon ekran görüntüsü

“Rutherford deneyi” animasyonu “fısyon ve füzyon” ile ilgili derste Rutherford’un deneyini açıklamak için geliştirilmiş ve tartışma ortamı oluşturularak kullanılmıştır. İlgili animasyon ekran görüntüsü Şekil 26’da yer almaktadır. Ayrıca bu animasyona ÇEKÖRM

(CD)'ün ana sayfasındaki “Yapay Çekirdek Reaksiyonları” butonundaki fisyon ve füzyon reaksiyonlarındaki “Rutherford’un deneyi” butonundan ulaşılabilir.



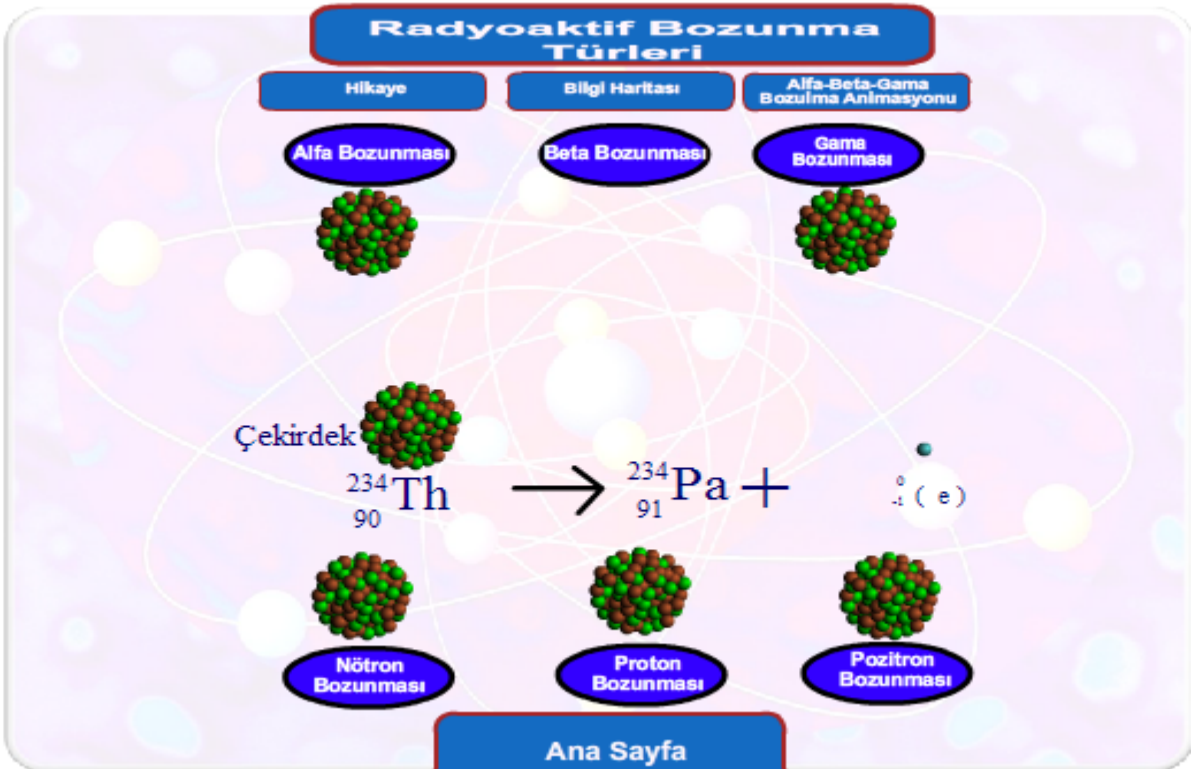
Şekil 26. “Rutherford’un deneyi” isimli animasyondan örnek ekran görüntüsü



Şekil 27. “Zincirleme Reaksiyon” animasyonu ekran görüntüsü

“Zincirleme Reaksiyon” isimli animasyon “fısyon ve füzyon” ile ilgili derste zincir reaksiyon kavramını açıklamak amacıyla geliştirilmiş ve ilgili derste kullanılmıştır. İlgili animasyona ait ekran görüntüsü Şekil 27’de sunulmuştur. Ayrıca bu animasyona ÇEKÖRM (CD)’ün ana sayfasındaki “Yapay Çekirdek Reaksiyonları” butonundaki fısyon ve füzyon reaksiyonlarındaki “Zincirleme Reaksiyon” butonundan ulaşılabilir.

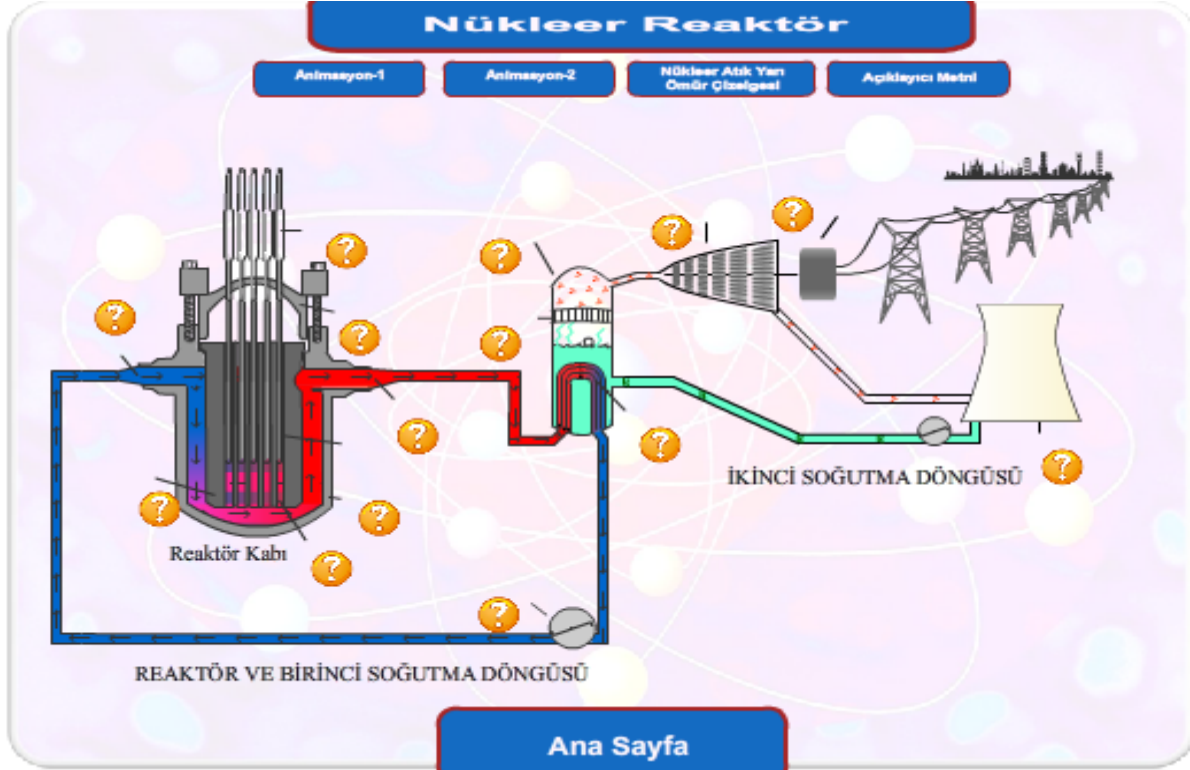
“Radyoaktif Bozunma Türleri” ile ilgili animasyon radyoaktif bozunma türlerini açıklamak amacıyla geliştirilmiş ve ilgili derste kullanılmıştır. Bu animasyona ait ekran görüntüsü Şekil 28’de yer almaktadır. Ayrıca bu animasyon ÇEKÖRM (CD)’ün ana sayfasındaki “Çekirdeğin Yapısı ve Kararlılık” butonundaki “Radyoaktif Bozunma Türleri” butonunun altında yer almaktadır.



Şekil 28. “Radyoaktif bozunma türleri” animasyonu ekran görüntüsü

“Nükleer Reaktör” ile ilgili animasyon nükleer reaktörlerin çalışma prensibi hakkında öğrenci ön bilgilerini ölçmek ve uygulama aşamasında nükleer reaktörlerin çalışma prensibi ile ilgili bilgileri hakkında anında dönüt vermek için geliştirilmiş ve ilgili derste uygulanmıştır. Bu animasyona ait ekran görüntüsü Şekil 29’da yer almaktadır.

Ayrıca bu animasyona ÇEKÖRM (CD)'ün ana sayfasındaki “Yapay Çekirdek Reaksiyonları” butonundaki “Nükleer Reaktör” butonunun altından ulaşılabilir.



Şekil 29. “Nükleer reaktör” animasyonun ekran görüntüsü

“Yarı ömür” animasyonu yarı ömür kavramının açıklanması ve bu kavramın pekiştirilmesi, “Radyoaktif Işınlardan Gericilikleri” animasyonu öğrencilerin derse odaklanmalarının sağlanması, “MR cihazı” animasyonu öğrencilerin derse karşı dikkatini çekmek ve konu ile ilgili ön bilgilerinin ölçmek amacıyla geliştirilerek ilgili derslerde kullanılmıştır. “Yarı ömür” ile ilgili animasyona ÇEKÖRM (CD)'ün ana sayfasındaki “Yapay Çekirdek Reaksiyonları” butonundaki “Yarı Ömür” butonundan ulaşılabilir. “Radyoaktif Işınlardan Gericilikleri” ile ilgili animasyona ÇEKÖRM (CD)'ün ana sayfasındaki “Aktiflik, Radyoaktif Işınlardan Sayımı ve Sağlığa Etkisi” butonundaki analogi butonundan ulaşılabilir. “MR cihazı” ile ilgili animasyona ise ÇEKÖRM (CD)'ün ana sayfasındaki “Radyoaktif Maddelerin Kullanım Alanları” butonunun altındaki “animasyon” butonundan ulaşılabilir.

2.4.2.6. Çekirdek Kimyası Ünitesi Öğretmen Rehber Materyalleri

Çekirdek Kimyası Ünitesi Öğretmen Rehber Materyalleri öğretmenlere hangi derste hangi kavramı öğretileceği, hangi kazanım ya da kavram üzerinde durulacağı, hangi kavrama ne kadar zaman ayrılacağı, hazırlanan materyallerin ne şekilde kullanılabileceği ile ilgili bilgiler sunmaktadır. ÇEKÖRM'ün Çekirdek Kimyası ünitesinin öğretiminde öğretmenlere kullanım kolaylığı sağlamak işlenişi hakkında detaylı bilgiler sunmak amacıyla yapılandırmacı öğrenme kuramının dört aşamalı modeline dayalı olarak ayrıntılı ders planları şeklinde düzenlenmiştir. Öğretmen rehber materyalleri 1'er saatlik 10 ders planı şeklinde hazırlanmıştır. Bu materyaller hakkında daha detaylı bilgiler vermek amacıyla aşağıda bu materyallerden biri ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Öğretmen materyalinin ilk aşamasında radyoaktif bozunma ile ilgili çalışma yaprağındaki ilk soruyu soru öğrencilere sorularak, onlar düşünmeye yönlendirilir. Öğrencilere bu soruya verdikleri cevapların doğruluğu ya da yanlışlığı hakkında herhangi bir geri dönüt verilmez. Bu sorunun cevabını yapacakları etkinlik sonrasında bulacakları ifade edilir. Odaklanma aşamasında çalışma yaprakları öğrencilere dağıtılır ve yeterli deneyime ulaşmaları sağlanır. Öğrencilerin çalışmaları öğretmen tarafından takip edilir, öğretmen gerektiğinde onları yönlendirici sorular yöneltir. Ancak onlara ipucu vermekten kaçınır. Mücadele aşamasında ise küp etkinliğini yapılır. Etkinlik sonrasında, “bu işlemi birkaç küp kalıncaya kadar ya da hiç küp kalmayıncaya kadar sürdürmemizin nedeni ne olabilir? Açıklayınız”, “Kalanların sayısının atış sayısına göre grafiği bize neyi ifade eder? Açıklayınız”, “Elde ettiğiniz deneyimler sonucunda radyoaktif bozunma kavramı ile ilgili ne söyleyebilirsiniz?” soruları sınıfa yöneltilerek sınıf tartışması oluşturulur. Daha sonra ilgili analogi de kullanılarak öğretmen tarafından açıklamalar verilir. Uygulama aşamasında ise, çalışma yaprağındaki son iki soru sınıfa yöneltilerek geri dönüt alınır. Öğretmen materyali Şekil 30'da sunulmuştur.

BÖLÜM I	
Dersin Adı	Kimya
Sınıf	11. sınıf
Ünitenin Adı/No	Çekirdek Kimyası
Konu	Çekirdeğin yapısı ve kararlılık
Önerilen Süre	1 ders saati
BÖLÜM II	
Öğrenci Kazanımları	Radyoaktivite, radyoaktiflik, radyoaktif ışın, radyoaktif element ve radyoaktif bozunmayı açıklar
Ünite kavramları ve Sembolleri/Davranış Örüntüsü	Radyoaktivite, radyoaktiflik, radyoaktif ışın, radyoaktif element, radyoaktif bozunma
Öğretme-Öğrenme-Yöntem ve Teknikleri	Yapılandırmacı öğrenme kuramının dört aşamalı modeli, tartışma, , soru-cevap, grup çalışması
Kullanılan Eğitim Teknolojileri-Araç, Gereçler ve Kaynakça • Öğretmen-Öğrenci	ÇEKÖRM, Çalışma yaprağı 2, Radyoaktif bozunma analogisi (Analoji 2)
Öğrenme-Öğretme Etkinlikleri	• Dikkat Çekme-Güdüleme (I. Aşama) • Odaklanma Aşaması (II. Aşama) • Mücadele Aşaması (III. Aşama) Çalışma yaprağı dağıtılmadan önce çalışma yaprağındaki ilk soru ve Radyoaktiflik nedir? Radyoaktif ışın nedir? Radyoaktif element nedir? Açıklayınız? soruları sınıfa yöneltilerek ön fikirleri alınır. Çalışma yaprağı 2 öğrencilere dağıtılır yeterli deneyime ulaşmaları sağlanır. Öğretmen öğrenciler arasında gezerek çalışmalarını takip eder ve sorular yönlendirir (ancak öğrencilere ipucu vermekten kaçınır). Daha sonra Çalışma yaprağı 2'de belirtilen şekilde radyoaktif bozunma etkinliği yapılır. Bu işlemi birkaç küp kalıncaya kadar ya da hiç küp kalmayınca kadar sürdürmemizin nedeni ne olabilir? Açıklayınız. Kalanların sayısının atış sayısına göre grafiği bize neyi ifade eder? Açıklayınız. Elde ettiğiniz deneyimler sonucunda radyoaktif bozunma kavramı ile ilgili ne söyleyebilirsiniz? Açıklayınız. Soruları etkinlik sonrası sınıfa yönlendirilir ve sınıf tartışması oluşturulur. Öğrencilerden kalanların sayısını atış sayısına göre grafiği geçirmeleri istenir ve ÇEKÖRM'deki etkinlik ile ilgili grafik gösterilerek öğrencilere kendi grafikleri ile karşılaştırma fırsatı tanınır. Daha sonra gerekli bilimsel açıklamalar yapılır. Fransız fizikçi Henri Becquerel 1896 yılında uranyum tuzlarının gözle görülemeyecek ışınlar yaydığını ve bu ışınların kağıttan, camdan ve bazı başka maddelerden de geçerek fotoğraf filmi üzerine etki ettiğini görmüştür. Daha sonra toryum elementinin de benzer ışınlar yayınladığı saptandı. 1898 yılında Maire ve Pierre Cuire polonyum ve radyum adını verdikleri iki element buldular. Uranyum tuzunun gösterdiği özelliklerin daha şiddetlisini, polonyum ve radyum elementlerinin de gösterdiğini tespit ettiler. Ayrıca uranyumun yayınladığı ışınların çekirdekle ilgili olduğunu uranyumun fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olmadığını da göstermişlerdir. Rutherford, bazı maddelerin yayınladığı ışınların özelliklerini açıklamış ve bu ışınları alfa, beta, gama olarak isimlendirmiştir. Bu ışınları radyoaktif ışınlar, bu ışınları kendiliğinden yayabilen elementlere de radyoaktif element denir. Çekirdekleri kararlı olmayan izotopların ısıma yaparak daha kararlı elementler haline dönüşmesine radyoaktif bozunma denildiğinin ifade edilir. Radyoaktif bozunma analogisinden yola çıkarak bozunma olasılığın sabit olduğu, radyoaktif bozunma kanunu ile ilgili açıklamalar yapılır ve ilgili analogi haritası sınıfça doldurulur. 100 adet bozuk para radyoaktif elemente, herhangi bir para atom çekirdeğine, yazı gelen paralar bozunan elemente, tura gelen paralar bozunmayan elemente, atış sayısı zamana benzetilir.
BÖLÜM III	
Ölçme-Değerlendirme	
• Uygulama Aşaması (Dördüncü Aşama)	Çalışma yaprağı 2'deki son iki soru değerlendirme sorusu olarak kullanılır.
BÖLÜM IV	
Planın uygulanmasına ilişkin açıklamalar	
Ders Öğretmeni	Uygundur...../...../..... Okul Müdürü

Şekil 30. ÇEKÖRM'den örnek ders planı

Öğretmenlerin kullanımı için hazırlanan ayrıntılı diğer ders planları Ek 7 (CD)'de yer almaktadır. Ayrıca bu ders planlarına ÇEKÖRM (CD)'ün “Ek Bilgiler” butonunun altından da ulaşılabilmektedir.

2.4.2.7. Pilot Uygulama

Pilot çalışma sırasında araştırmacı ya da öğretmen tarafından materyallerde ya da uygulanan öğretimde tespit edilen eksiklikler varsa bunlar not edilmiş ve araştırmacı asıl çalışma öncesi bunları gidermeye çalışmıştır.

Pilot çalışma Giresun ili Görele ilçe merkezindeki Anadolu Öğretmen Lisesi'nin 11 Fen-A sınıfında yürütülmüştür. Pilot uygulama, 2009-2010 bahar yarıyılında Nisan ayında gerçekleştirilmiş, iki haftalık sürede 12 ders saatinde ve 18 öğrenci ile yapılmıştır. Pilot uygulama okulun bilgisayar laboratuvarında ve bazı derslerde kendi sınıflarında projeksiyon cihazı desteği ile yürütülmüştür.

Pilot uygulama sürecinde araştırmacı tarafından uygulamada çıkan aksaklıkları gidermek için yapılması gereken bütün durumlar ayrıntılı olarak not alınmış ve uygulama sonrasında rehber materyalde gerekli olan değişiklikler yapılmıştır. Pilot uygulama sonrasında materyaller yeniden düzenlenerek son halleri verilmiştir. Pilot çalışma sonrasında yapılan değişiklikler aşağıda yer almaktadır:

1. ÇEKÖRM'de kullanılan tablolardaki kaymalar, yazılardaki kaymalar düzeltilmiştir. ÇEKÖRM'de yer alan materyallerdeki kelime ve cümle hatalarında gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Açıklayıcı metinlerdeki imla hataları düzeltilmiştir.
2. Her bir etkinlik için tahmini süreler belirlenmiştir.
3. Okunabilirliği artırmak amacıyla radyoaktif bozunma türleri ile ilgili hikâyedeki yazının arka fonu değiştirilmiş, puntosu büyütülmüştür.
4. Okunabilirliği artırmak amacıyla atomun yapısı ile ilgili animasyondaki kutucukların fon rengi değiştirilmiştir.
5. Zincirleme reaksiyon animasyonundaki taneciklerin hareketlerinin daha iyi anlaşılabilmesi için yavruağzı olan arka fon rengi mavi olarak değiştirilmiştir.
6. Rutherford'un deney animasyonunda öğrencilerin dikkatini çekebilmesi için sapan alfa tanecik sayısı artırılmıştır.
7. Mor olan yapılandırmacı grid rengi öğrencilerin isteği üzerine kırmızı olarak değiştirilmiştir.
8. “Yarı ömür” çalışma yaprağı kapsamında gerçekleştirilen sanal deneydeki adımlarda bazı yanlışlıklar yapılmış, pilot uygulama sırasında fark edilmiş ve düzeltilmiştir.

9. Yarı ömür ile ilgili animasyondaki Bq değerleri gerçeği yansıtmadığı için düzeltilerek gerçeğe yakın hale getirilmiştir.
10. Sanal deneyin sekizinci adımından sonra detaylı inceleme kısmında hangi moleküllerin diğer faza geçtiğini öğrencilerin daha iyi anlaması için moleküllerin adları yazılmıştır.
11. Bazı derslerin işleniş sırası değiştirilmiştir. 11. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı etkinlik ve işleniş derinliğine göre hazırlanan derslerde pilot uygulama sonucunda bazı aksaklıklar olmuştur. Örneğin fisyon ve füzyon dersinden sonra nükleer reaktör dersinin işlenilmesi düşünülmüştür. Ancak pilot uygulama sürecinde nükleer enerji dersinin önce işlenilmesine karar verilmiştir. Çünkü fisyon ve füzyon dersinde nükleer enerji kavramı geçmiş ve bu dersin sonrasında nükleer enerji ile ilgili dersin işlenilmesinin daha uygun olduğuna karar verilmiştir.
12. Öğretmenlere yardımcı ek materyaller belirlenmiş ve asıl uygulama öncesi bunlarda hazırlanmıştır. Öğrencilerin tüm öğrendikleri kavramları gözden geçirmelerinin sağlanması amacıyla araştırmacı tarafından son derste kullanılmak üzere Radyoaktivite Kare Bulmaca da geliştirilmiştir.
13. Radyasyonun biyolojik etkilerine değinilmese de derste zaman kaldığında bu etkileri de açıklayan metinlerin oluşturulmasına ve ek materyallere konulmasına karar verilmiştir. Bu metinlerin oluşturulmasına bazı öğrencilerin konuya ilgili olduklarının ve daha fazla bilgi edinmek istediklerini ifade etmeleri üzerine karar verilmiştir.
14. Çernobil Nükleer Kazası'na doğal ve yapay radyoaktiflik dersinin sonunda değinilmesine karar verilmiştir. Doğal ve yapay radyoaktiflik dersinde nükleer kazalar yapay radyoaktif kaynak olarak belirtilmektedir. Dolayısıyla bu dersin sonunda Çernobil Nükleer Kazası'na değinilmesi uygun görülmüştür. Bu kazayla ilgili bilgileri içeren metne son şekli verilmiştir.

2.4.2.8. Asıl Uygulama

Bu çalışma 2009-2010 bahar yarıyılında Giresun ili Görele ilçe merkezindeki bir Anadolu Lisesi'nde (14) ve genel lisede (21) ve toplam 35 öğrenci ile yürütülmüştür. Çalışmada Çekirdek Kimyası ünitesinin öğretimine yönelik geliştirilen ÇEKÖRM'ün

öğrencilerin tutumlarına, kavramsal anlamalarına ve başarılarına etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, araştırma kapsamında geliştirilen öğretim materyalleri örnekleme öğretim programında verilen süreye uygun olarak mayıs ve haziran aylarını kapsayan toplam 5 haftalık bir sürede uygulanmıştır.

Materyalin etkililiğinin araştırıldığı asıl uygulamadan bir hafta önce Çekirdek Kimyası Ünitesi Tutum Anketi (ÇEKTA), Çekirdek Kimyası Ünitesi Kavram Testi (ÇEKKAT) ve Çekirdek Kimyası Ünitesi Başarı Testi (ÇEKBAT) örneklem grubuna ön test olarak uygulanmıştır. Böylelikle öğrencilerin üniteye yönelik tutumları, kavramsal anlamaları ve başarıları tespit edilmiştir. Öğrenciler, ÇEKKAT ve ÇEKTA'yı 1 ders saatinde cevaplandırmış, ÇEKBAT'ı ise öğrencilerin büyük bir çoğunluğu bir ders saatinin bitimini beklemeden önce cevaplarken, bazıları cevaplama işlemine dersin sonuna kadar devam etmişlerdir. Her iki okulda da testlerin uygulanması yaklaşık aynı sürelerde gerçekleştirilmiştir. ÇEKÖRM'ün asıl uygulaması A okulunda Fen ve Teknoloji Sınıfı'nda, G okulunda ise bilgisayar laboratuvarında, bilgisayar laboratuvarının dolu olduğu saatlerde ise sunum salonunda gerçekleştirilmiştir. ÇEKÖRM materyalinin asıl uygulanmasının tamamlanmasından sonra aynı testler örneklem grubuna son test olarak tekrar uygulanmıştır. Ayrıca her iki okuldaki kavramsal değişimin en yüksek (4), orta (4) ve en düşük (4) düzeyde gerçekleştiği tespit edilen öğrenciler (12) belirlenerek bu öğrencilerle yarı yapılandırılmış mülakatlar yürütülmüştür. Mülakatlarda öğrencilerin öğretim süreci ve ÇEKÖRM hakkındaki görüşleri de alınmıştır.

2.5. Derslerin Yürütülme Süreci

Öğretmen rehber materyallerinin uygulanmasında öğrencilere o günkü konuyla ilgili gerekli materyaller dağıtıldıktan sonra aşağıdaki basamaklar takip edilmiştir:

Birinci aşamada gerek çalışma yapraklarındaki gerek kavramsal değişim metinlerindeki ilk sorular öğrencilere yönlendirilerek konuyla ilgili ön bilgileri belirlenmiştir. Ayrıca konuya karşı dikkatleri çekilmeye çalışılmıştır. Bu aşamada olabildiğince fazla öğrenciden cevap alınmaya çalışılmıştır. Ancak öğrencilere cevaplarının doğruluğu ya da yanlışlığı ile ilgili herhangi bir dönüt verilmemiştir. Araştırmacı dersin ilerleyen bölümlerinde verdikleri cevapların doğru ya da yanlış olduğunu kendilerinin bulacaklarını ifade etmiştir. Çalışma yaprağı ya da kavramsal değişim metnlerinin kullanılmadığı radyoaktif bozunma türleri ile ilgili derste ise

hazırlanmış olan bilgi haritası öğrencilere gösterilerek ön bilgileri alınmıştır. Nükleer enerji ile ilgili derste enerji kaynakları bazında dünya elektrik üretimin resmi öğrencilere gösterilerek ön bilgileri belirlenmeye çalışılmıştır. Aktivite, radyoaktif ışınların sayımı ve sağlığa etkisi ile ilgili derste radyoaktivite ile ilgili uyarı işaretlerinin resmi öğrencilere gösterilerek, radyoaktif maddelerin kullanım alanları ile ilgili derste ise MR cihazının animasyonu öğrencilere izletilerek ön bilgileri tespit edilmeye çalışılmıştır.

İkinci aşamada öncelikle öğrencilerin grup halinde tartışmaları ve sınıf tartışması oluşturması için gerekli ortam oluşturulmuştur. Bu ortam farklı derslerde farklı şekillerde oluşturulmuştur. Atomun yapısı ile ilgili olan ilk derste atomun yapısı ile ilgili animasyon ve kararlılık kuşağı gösterilerek tartışma ortamı açılmıştır. Radyoaktif bozunma türleri ile ilgili olan üçüncü derste “Bilin Bakalım Biz Kimiz?” hikâyesinin animasyonu izletilerek konu işlenmiştir. Öğrencilerden aile bireylerinin hangi bozunma türüne ait olduklarının belirlenmesi istenilerek tartışma ortamı oluşturulmuştur. Doğal ve yapay radyoaktivite ile ilgili olan dördüncü derste Çernobil’den kaynaklı mutasyona uğramış insan resimleri gösterilmiştir. Bu insanların nasıl bu hale geldikleri üzerine bir tartışma ortamı oluşturulmuştur. Ayrıca bu derste uranyum, torium ve aktinyum bozunma serilerinde α , β , γ yapmış olabilecekleri üzerine bir tartışma ortamı da açılmıştır. Füzyon ve fisyon ile ilgili derste Rutherford’un deneyi ile ilgili animasyon izletilmiş ve Rutherford’un beklediği sonuç ve gerçek deney sonuçlarının neden farklı olduğu üzerine bir tartışma ortamı açılmıştır. Nükleer reaktörle ilgili derste nükleer reaktör animasyonu izletilerek bu animasyonun ne olabileceği ile ilgili bir tartışma ortamı açılmıştır. Nükleer enerji ile ilgili olan derste yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili video izletilerek, videodaki enerji kaynaklarının ne oldukları ile ilgili bir tartışma ortamı oluşturulmuştur. Aktivite, radyoaktif ışınların sayımı ve sağlığa etkisi ile ilgili derste α , β , γ ışınlarının gericilikleri ile ilgili animasyon öğrencilere izletilmiştir. Radyoaktif maddelerin kullanım alanları ile ilgili derste ise, tıptaki uygulamalardan hastaların maruz kaldıkları dozları içeren tablo gösterilerek gerekli tartışma ortamı oluşturulmaya çalışılmıştır. Ayrıca çalışma yapraklarının kullanıldığı derslerde çalışma yaprakları dağıtılarak öğrencilerin gerekli deneyime ulaşmaları sağlanmıştır. Bu aşamada araştırmacı gruplar arasında dolaşarak onları sonuca götürecek, düşüncelerini sağlayacak sorular yöneltilmiştir.

Üçüncü aşama ise yine farklı derslerde farklı şekillerde işlenmiştir. Atomun yapısı ve kararlılık ile ilgili olan ilk derste atomun yapısı ile ilgili açıklayıcı metin öğrencilere dağıtılarak bir tartışma ortamı oluşturulmuştur. Yapılan sınıf tartışmaları sonucunda

araştırmacı öğrencilere bilimsel bilgiyi vermiştir. Araştırmacı radyoaktif bozunma ile ilgili derste küp etkinliğini yaparak ve analogi kullanarak bilimsel bilgiyi vermiştir. Radyoaktif bozunma türleri ile ilgili derste bozunma türleri ile ilgili animasyon izletilerek ve gerçek örnekler kullanarak bilimsel bilgi verilmiştir. Doğal ve yapay radyoaktiflikle ilgili derste kavramsal değişim metni ve radyoaktif bozunma ile ilgili animasyon izletilmiştir. Füzyon ve fisyon ile ilgili derste kavramsal değişim metni ve zincirleme reaksiyon animasyonu kullanılarak gerekli bilimsel bilgi verilmiştir. Nükleer reaktör ile ilgili derste nükleer reaktör animasyonu ve atık çizelgesi öğrencilere gösterilmiştir. Yarı ömür ile ilgili derste sanal deney gösteri deneyi olarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca yarı ömür ile ilgili animasyon da gösterilerek bilimsel bilgi verilmiştir. Nükleer enerji ile ilgili derste, nükleer enerji hakkında olumlu ve olumsuz görüşleri içeren tablodan yararlanılarak bir tartışma ortamı açılmış ve bilimsel bilgi öğrencilere sunulmuştur. Aktivite, radyoaktif ışınların sayımı ve sağlığa etkisi ile ilgili derste ışınların giricilikleri ile ilgili animasyon, ışınların giricilikleri ve iyonlaştırma özellikleri ile analogi, radyasyon birim çizelgesi kullanılarak bilimsel bilgi verilmiştir. Radyoaktif maddelerin kullanım alanlarında ise ünitenin başında öğrencilere verilmiş olan izotopların kullanım alanlarını sınıfta sunmaları istenmiştir. Öğrenci sunumları ve açıklayıcı metinler kullanılarak bilimsel bilgi verilmiştir. Bu aşamada araştırmacı hazırlanan ek materyallerden de yararlanmıştır. Ek materyallerin içerisinde yer alan Çernobil Nükleer Kazası ile ilgili bilgileri içeren metin doğal ve yapay radyoaktivite dersinin sonunda, Marie Curie'nin hayatı ise aktivite, radyoaktif ışınların sayımı ve sağlığa etkisi dersinin sonunda öğrencilere verilmiştir.

Dördüncü aşamada ise araştırmacı öğrencilerin yeni öğrendikleri kavramları pekiştirmeleri için farklı uygulamalara yer verilmiştir. Atomun yapısı ile ilgili derste ilk aşamada gösterilen atomun yapısı ile ilgili animasyon sınıfça doldurulmuş bir atomun kararlılık kuşağının neresinde yer alacağı ile ilgili gerçek örnekler öğrencilere yaptırılmıştır. Radyoaktif bozunma ve yarı ömür derslerinde kullanılan çalışma yapraklarının son bölümündeki sorular değerlendirme amacıyla kullanılmıştır. Radyoaktif bozunma türleri ile olan dersin ilk aşamasında gösterilmiş olan bilgi haritası sınıfça yapılmış ve yine aynı dersin ikinci aşamasında kullanılan “Bilin Bakalım Biz Kimiz?” hikâyesinde aile üyelerin hangi bozunma türlerine ait oldukları sınıfça belirlenmiş ve ilgili tablo gösterilerek geri dönüt verilmiştir. Doğal ve yapay radyasyon kaynakları ve aktivite, radyoaktif ışınların sayımı ve sağlığa etkisi ile ilgili derslerde araştırmacı tarafından geliştirilen yapılandırmacı gridler kullanılmıştır. Nükleer reaktör ile ilgili derste

animasyon-2 öğrencilere yaptırılmıştır. Nükleer enerji ile ilgili derste enerji kıyaslama tablosu sınıfça doldurulmuştur. Füzyon ve fisyon, radyoaktif maddelerin kullanım alanları ile ilgili derslerde konuyla ilgili farklı sorular öğrencilere yöneltilmiştir. Ayrıca son derste araştırmacı tarafından hazırlanan Radyoaktivite Kare Bulmaca öğrencilere uygulanmıştır. Derslerin yürütülme süreci Tablo 3’te özetlenerek aşağıda sunulmuştur.

Tablo 3. Derslerin yürütülme süreci

Derslerin Yürütülme Süreci		
Dersler	İncelenen Konular	Kullanılan Materyaller
1. Ders	Çekirdeğin yapısı ve kararlılık (Atomun yapısı ve kararlılık)	ÇEKÖRM, Açıklayıcı Metin 1, Atomun yapısı ile ilgili animasyon
2. Ders	Çekirdeğin yapısı ve kararlılık (Radyoaktif Bozunma)	ÇEKÖRM, Çalışma yaprağı 2, Radyoaktif bozunma analojisi (Analoji 2)
3. Ders	Çekirdeğin yapısı ve kararlılık (Radyoaktif Bozunma Türleri)	ÇEKÖRM, “Bilin Bakalım Biz Kimiz?” isimli hikaye, Bilgi Haritası, “Radyoaktif Bozunma Türleri” animasyonu
4. Ders	Çekirdeğin yapısı ve kararlılık (Doğal ve Yapay Radyoaktiflik)	ÇEKÖRM, Doğal ve Yapay Radyoaktiflik ile ilgili Kavramsal Değişim Metni (Kavramsal Değişim Metni 1), Çernobil resimleri, Çernobil Nükleer Kazası ile ilgili metin, Yapılandırmacı grid
5. Ders	Yapay Çekirdek reaksiyonları (Fisyon ve Füzyon Reaksiyonları)	ÇEKÖRM, Füzyon ve fisyon ile ilgili Kavramsal Değişim Metni (Kavramsal Değişim Metni 2), “Rutherford Deney” animasyonu, “Zincirleme Reaksiyon” animasyonu
6. Ders	Yapay çekirdek reaksiyonları (Nükleer Enerji)	ÇEKÖRM, Enerji kaynakları bazında dünya elektrik üretiminin resmi, Yenilenebilir enerji kaynakları videosu, Nükleer Enerji Görüş Tablosu, Enerji Kıyaslama Tablosu
7. Ders	Yapay çekirdek reaksiyonları (Nükleer Reaktör)	ÇEKÖRM, Nükleer Reaktör Açıklayıcı Metin, Nükleer Atık Yarı Ömür Çizelgesi, Doğal Uranyum Kullanılan Reaktörler için Nükleer Yakıt Üretimi Resmi, “Nükleer reaktör” animasyonu
8. Ders	Yapay çekirdek reaksiyonları (Yarı Ömür)	ÇEKÖRM, Yarı Ömür ile ilgili Çalışma Yaprağı (Çalışma Yaprağı-1), Yarı ömür animasyonu,
9. Ders	Aktiflik, radyoaktif ışınların sayımı ve sağlığa etkisi	ÇEKÖRM, Aktiflik, Radyoaktif Işınlardan Sayımı ve Sağlığa Etkisi İle İlgili Analoji (Analoji 1), Radyasyon Birim Çizelgesi, Marie Cüre’nin Hayatı İle İlgili Metin, “Radyoaktif Işınlardan Gericilik” animasyonu, Yapılandırmacı grid
10. Ders	Radyoaktif maddelerin kullanım alanları	ÇEKÖRM, Radyoizotopların kullanım alanlarıyla ilgili Açıklayıcı Metin-1 ve Açıklayıcı Metin-2, Tıptaki Uygulamalarda Hastaların Maruz Kaldıkları Radyasyon Dozları Gösteren Tablo, Radyoaktivite Kare Bulmaca, “MR cihazı” animasyonu

A ve G okullarında derslerin yürütülmesi aynı araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiş olup derslerin aşamalarında herhangi bir farklılığın olmamasına özen gösterilmiştir. A ve G okullarında derslerin işlenilmesi yaklaşık aynı sürede gerçekleştirilmiş olup radyoaktif bozunma türleri ile ilgili dersin işlemsel boyutuna A okulundaki öğrencilerin iyi bilmelerinden dolayı daha az değinilmiştir.

2.6. Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçları

Bu başlık altında, çalışmada kullanılacak olan veri toplama araçlarının geliştirilmesi ve pilot çalışmaları ile ilgili bilgiler verilmiştir. Araştırmanın verileri; ÇEKTA, ÇEKKAT, ÇEKBAT ve yarı yapılandırılmış mülakatlar ile toplanılmıştır.

2.6.1. Tutum Anketi

Tutum, bazı uyaranların oluşturduğu bir sınıfa belli tepki sınıfları ile cevap verme eğilimi olarak açıklanmaktadır ve birçok bilim insanı tarafından farklı şekillerde tanımlanmaktadır. Bu tepki sınıfları ise duygusal (hoşlanma ve hoşlanmama gibi değerlendirici duyguları ilgilendiren) tepkiler, bilişsel (tutum nesnesi ile ilgili inanışları fikirleri ve görüşleri ilgilendiren) tepkiler ve davranışsal (davranışsal niyetleri veya hareket eğilimlerini ilgilendiren) tepkiler şeklinde ifade edilmektedir (Tavşancıl, 2002).

Bireylerin tutumlarını doğrudan gözlemek olanaksızdır. Thurstone (1992) tutumların sözel bir ifadesi olan kanılar aracılığı ile ölçülebileceğini ifade etmektedir. Bazıları ise bireyin söyledikleri ile davranışlarının farklı olabileceğini vurgulamaktadır. Fakat yaygın olan kanı, bireylerin davranışlarının bireylerin kendilerine özgü tutumlarından kaynaklandığıdır. Tutumların ölçülmesi de bu temele dayanmaktadır (Özgüven, 1994). Tutum ölçekleri bireyin iç dünyasını ortaya çıkarmak üzere oluşturulmuş bir dizi cümleye/ifadeye bireyin cevap vermesi için hazırlanmış anketlerdir. Tutum ölçümünde sonuç, bir bireyin duygularının yoğunluğunun tutum objesinin lehine mi aleyhine mi olduğunu yansıtmalıdır. Tutumu ölçmek için Likert, Thurstone ve Guttman gibi farklı tutum ölçekleri geliştirilmekle birlikte en fazla Likert tipindeki ölçekler kullanılmaktadır (Köklü, 1995). Likert ölçeği en kullanışlı soru formlarından birisidir. Bu ölçek 1932’de Rensin Likert tarafından geliştirildiği için bu şekilde isimlendirilmiştir. Bu ölçekler, bir

şahsın tek bir objeye karşı gösterdiği tutuma ilişkili olarak hazırlanmış cümle serisi içerir. Bu ölçeklerde, iki tip cümle yapısı görülmektedir. Birinci tip, ilgi objesine karşı olumlu bir tutumu gösteren onaylama cümleleridir. ‘Araştırma dersini severim’ cümlesi bu tür olumlu cümlelere bir örnektir. İkinci tip ise, ilgi objesine karşı olumsuz bir tutumu gösteren onaylama cümleleridir. ‘Araştırma yapmaktan hoşlanmam’ cümlesi bu tür olumsuz cümlelere bir örnektir. Likert tipli ölçeklerde bu tür olumlu ve olumsuz cümleler yaklaşık eşit sayıda oluşturulmaya çalışılır (Köklü, 1995). Likert ölçeklerin diğer ölçeklere göre bazı avantaj ve dezavantajları vardır. Bu tür ölçeklerin diğer tutum ölçeklerine göre geliştirilmesi daha kolay olmakla birlikte, çok çeşitli tutum objelerine ve durumlarına uyum sağlayabilmektedirler. Ayrıca tutumun ölçülebilen boyutlarından hem yönünü hem de derecesini hesaplayabilme kolaylığı da sağlayabilmektedirler. Buna karşın, farklı cevap ifadelerinin aynı toplam puanı vermesi ise dezavantajı olarak görülmektedir (Özbay ve Şahin, 2000). Tutum ölçekleri geliştirilirken ölçülmek istenen tutumun değişik boyutlarını içerecek sayı ve ayrıntıda tutum cümlesi hazırlanır. Bu sayı genellikle olası yanılgıların azaltılması için konunun değişik boyutlarını içeren 6 ile 24 tutum cümlesi arasında değişebilir (Tavşancıl, 2002).

Klasik bir Likert tipli ölçeğin oluşturulabilmesi için Anderson (1981) izlenmesi gereken sekiz basamak önermektedir:

1. Tutum objesine karşı olumlu ve olumsuz olduğunu belirten cümleler yazılır.
2. Yazılan cümleleri denetlemek için ölçeğin uygulanacağı örneklemden bireyler seçilir. Bu kişiler, yazılan cümleleri inceleyerek olumlu ve olumsuz şeklinde sınıflandırır.
3. Denetleyicilerin büyük çoğunluğu tarafından olumlu ya da olumsuz olarak sınıflandırılmayan cümleler çıkartılır.
4. Bir kağıt üzerinde kalan cümleler random dizilir. Uygun yönergeler ve tepki seçenekleri ilave edilir. Yönergede cevaplayıcıların her bir cümle hakkında kendilerini nasıl hissettiklerini uygun seçeneği işaretleyerek belirtmeleri istenir. Bunun dışında ölçeğin amacı ve seçeneklerin doğru ya da yanlış cevap olmadığı açıklanarak ilk form hazırlanmış olur.
5. Likert tipi ölçeğin ilk formu, ölçeğin uygulanacağı evrenden seçilen bir örnekleme uygulanır.
6. Uygulama sonuçları incelenerek, her cümleye ait tepkiler toplam ölçek puanları arasındaki korelasyon hesaplanır.

7. Toplam puanla verdiği korelasyonu istatistiksel olarak anlamlı çıkmayan cümleler kullanılmaz. Her cümle için toplam ölçek puanı ile ilişkisi olması gerçeği, Likert'in iç tutarlılığı olarak düşünülür.
8. Seçilen cümleler ile ölçeğin son formu hazırlanır.

Madde puanının toplam puanla olan ilişkisine bakılarak, yapılan madde seçimi sırasında başka analizler de yapılabilmektedir. Eğer üzerinde çalışılan konunun tek boyutlu olduğu biliniyorsa ölçek tek boyutlu geliştirilmektedir. Bu durumda madde puanları faktör analizine tabi tutulur (Turgut ve Baykul, 1992).

Üzerinde çalışılan tutum konusunun tek boyutlu olmadığı durumlarda, cümle seçiminde birden fazla faktör altında toplanan cümleler alınır. Yığılmaların en fazla olduğu faktörler bulunur, bu faktörler ile yüksek ilişki gösteren maddelerden faktör yükü en yüksek olanlar seçilir. Belirli faktörler altındaki cümleler incelenerek, bunların ifade ettikleri ortak konu ile o boyut isimlendirilmeye çalışılır (Köklü, 1995).

Bu araştırmada öğrencilerin Çekirdek Kimyası ünitesine yönelik tutumlarını belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından yukarıdaki özellikler göz önünde bulundurularak Çekirdek Kimyası Tutum Anketi (ÇEKTA) geliştirilmiştir.

2.6.1.1. Çekirdek Kimyası Ünitesi Tutum Anketi (ÇEKTA)'nin Geliştirilmesi

Bu başlık altında araştırmada kullanılacak olan tutum anketinin geliştirilmesiyle ilgili bilgiler verilmiştir. Araştırmada ÇEKÖRM'ün uygulanmasından önce ve sonra öğrencilerin Çekirdek Kimyası ünitesine karşı genel tutumlarını tespit etmek amacıyla 'Çekirdek Kimyası Tutum Anketi (ÇEKTA)' geliştirilmiştir. Ankette yer alan önermeler olumlu ve olumsuz ifadeler şeklinde yer almıştır. ÇEKTA'da yer alan ifadeler öğrencilerin, üniteye karşı genel tutumlarını ortaya çıkaracak şekilde oluşturulmuştur. Yazılan cümleleri denetlemek için örneklem içerisinde 4 öğrenci seçilmiştir. Bu öğrenciler yazılan cümleleri inceleyerek olumlu ve olumsuz şeklinde sınıflandırmışlardır. Olumlu ya da olumsuz şeklinde sınıflandırılmayan ifade olmamıştır. Fakat öğrenciler tarafından '*gelecekte radyoaktiviteye dayalı bir alanda eğitim görmek isterim*' ifadesindeki radyoaktiviteye dayalı bir alanın ne olduğunu sorulmuştur. Bu soru karşısında araştırmacı tarafından ifade '*gelecekte radyoaktiviteye dayalı bir alanda (radyoloji teknikeri/teknisyeni, radyoterapi uzmanı, tıp eğitimi altında dr. radyoloji röntgen uzmanı...gb) eğitim görmek isterim*' şeklinde yeniden düzenlenmiştir. Ayrıca, öğrenciler tarafından '*radyoaktivite ile ilgili kitle*

iletişim aralarındaki programlar ya da konular ilgimi eker' ifadesindeki kitle iletişim araçlarının da ne olduğu sorulmuştur. Bu soru karşısında yine araştırmacı ifadeyi *'radyoaktivite ile ilgili kitle iletişim aralarındaki (gazete, televizyon ve internet gibi) programlar ya da konular ilgimi eker'* şeklinde yeniden düzenlemiştir.

EKTA'nın pilot alışması Görele ilçesi sınırları içerisinde düzeyleri yakın olan ortaöğretim okullarında (Genel Lise, Anadolu Lisesi ve Anadolu ğretmen Lisesi) 100 ğrenci ile yapılmıştır. Ölçek 25 dakikalık bir sürede uygulanmıştır.

Tutum anketinin kapsam geçerliliği 2 fen eğitimcisi, 2 kimya eğitimcisi ve 2 kimya öğretmeninin görüşleri alınarak sağlanmıştır. Kapsam geçerliliği dışında açımlayıcı faktör analizi kullanılarak yapı bileşenlerine bakılmıştır.

EKTA'ya faktör analizi yapılmadan önce, verilerin faktör analizi yapılmasına uygun olup olmadıkları incelenmiştir. Analizde Kaiser-Meyer-Olkin değeri 0.628 olarak bulunmuştur. Bununla birlikte Bartlett's Test of Sphericity anlamlı ($p < .05$) bulunmuştur. Bu değerler verilerin faktör analizi yapılması için uygun olduğunu göstermektedir (Kalaycı vd., 2006).

28 madde ile yapılan analizde ölçeğin öz değerinin 1'den büyük 10 faktörde toplandığı grlmştir. Uygulanan faktör analizi sonucunda 28 maddeden oluşan ölçekten, ölçeğin yapısına uymayan ya da birden fazla faktöre yk veren 11 madde (1,3, 6, 14,16, 17, 19, 20, 22, 26, 27) lekten çıkarılmıştır. Bu maddeler çıkarıldıktan sonra tekrar faktör analizi yapılmıştır. İkinci analizde özdeğeri 1'den büyük 8 faktörlü 17 maddeden oluşan bir yapıya ulaşılmıştır. Bu yapıda madde yük değerleri 0.531 ve 0.877 arasında değişmektedir. 1., 2. ve 7. faktörlerde üçer madde, 3.,4. ve 6. faktörlerde ikişer madde toplanmıştır. Ayrıca 5. ve 8. faktörler tek maddeden oluşmuştur. Birinci faktör toplam varyansın %11,27'sini, ikinci faktör %10.94'n, üçüncü faktör % 10,70'ini, dördüncü faktör %10,04'n, beşinci faktör %9,60'ını, altıncı faktör %9,42'sini, yedinci faktör %8,40'ını ve sekizinci faktör ise %7,15'ini açıklamaktadır. Ölçek toplam varyansın %77,52'sini açıklamaktadır. Geriye kalan toplam varyansın %22,48'i ölçek dışındaki faktörler tarafından açıklanmaktadır. Ölçeğin Croanbach Alfa Güvenirlik Katsayısı 0,82 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen alfa değeri, ölçeğin oldukça güvenilir olduğunun bir göstergesidir (Kalaycı, 2008). Faktör yük değerleri, ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. ÇEKTA faktör yük değerleri ve tanımlayıcı istatistikî değerleri

Madde	Ortalama	Ss	Faktör Yük Değerleri							
			1	2	3	4	5	6	7	8
8	2	0.88	0.862							
11	2.09	0.995	0.571							
18	2.81	1.23	0.531							
12	2.06	1.216		0.553						
23	2.28	1.114		0.599						
25	2.59	1.365		0.802						
15	2.19	1.176			0.754					
24	2.88	1.008			0.783					
5	1.66	1.004				0.77				
7	2.03	0.897				0.673				
28	2.12	1.185					0.82			
13	2.12	0.907						0.780		
21	2.19	1.203						0.754		
2	2.56	0.801							0.317	
9	2.25	0.984							0.862	
10	2.31	0.931							0.565	
4	1.31	0.592								0.877
Faktörlerin açıkladığı varyans			11.27	10.94	10.70	10.04	9.60	9.42	8.40	7.15
Açıklanan toplam varyans (%) : 77.52										

Faktör analizinde sonra elde edilen 8 faktörün adlandırılması yapılmıştır. Birinci faktör “*radioaktivite-ilgi*”, ikinci faktör “*radioaktivite-kazanım ilişkisi*”, üçüncü faktör “*radioaktivite-kitle iletişim araçları*”, dördüncü faktör “*radioaktivite-birey*”, beşinci faktör “*radioaktivite-gereklilik*”, altıncı faktör “*radioaktivite-merak*”, yedinci faktör “*aktif öğrenme*”, sekizinci faktör ise “*hazırbulunuşluk*” olarak adlandırılmıştır. ÇEKTA, 11 olumlu 6 olumsuz toplam 17 maddeden oluşmuştur. Olumlu ifadeler sayısallaştırılırken *katılıyorum 4 puan, kısmen katılıyorum 3 puan, katılmıyorum 2 puan, hiç katılmıyorum 1 puan ve cevapsız 0 puan* şeklinde puanlandırılmıştır. Olumsuz ifadeler ise, olumlu ifadelerin tam tersi şeklinde *katılıyorum 1 puan, kısmen katılıyorum 2 puan, katılmıyorum 3 puan, hiç katılmıyorum 4 puan ve cevapsız 0 puan* şeklinde puanlandırılmıştır. ÇEKTA’nın, pilot uygulama sonrasında son hali 5’li likert tipinde 17 maddeden

oluşmaktadır. ÇEKTA, Çekirdek Kimyası ünitesi başlamadan yaklaşık 1 hafta önce ön test olarak uygulanmıştır. Ön testler ÇEKÖRM ile dersler yürütülmeye başlamadan önce A ve G okullarındaki öğrencilerin üniteye karşı tutumlarını belirlemek amacıyla uygulanmıştır. ÇEKTA, ÇEKÖRM ile dersler yürütülmesi tamamlandıktan yaklaşık bir hafta sonra son test olarak tekrar uygulanmıştır. Son testler A ve G okullarındaki öğrencilerin üniteye karşı tutumlarındaki değişimi belirlemek amacıyla uygulanmıştır. ÇEKTA'nın asıl uygulamada kullanılan son hali Ek 2 (CD)'de verilmiştir.

2.6.2. Testler

Testler, öğrencilerin bir konu ya da kavram hakkındaki öğrenme düzeylerini belirlemek amacıyla kullanılırlar. Genel olarak; kısa cevap gerektiren testler, sınıflama gerektiren testler, yazılı cevap gerektiren testler, iki aşamalı testler ve çoktan seçmeli testler olmak üzere beş grupta toplanabilir (Karatas vd., 2003). Çalışmalarda testlerin, belli bir amaç için yapılan uygulamaların başarılarının tespit edilmesinde mülakatlardan sonra en çok kullanılan araçlar oldukları bilinmektedir (Palmer, 1998). Hazırlanan testler, tek tür sorulardan oluşabileceği gibi, farklı türdeki soruların kullanılması ile birlikte karma sorulardan da oluşabilir.

Doğru yanlış soruları; öğrencilerin belirli bir konulardaki doğru ve yanlışları seçme gücünü ölçen, doğru ve yanlış ifadelerden oluşan sorulardır. Bu tür soruların cevaplarının bütün cevaplayıcılar için iki faktörde toplanması puanlamayı objektifleştirir. Ancak cevaplayıcılar için şans faktörü oldukça yüksektir. Bu yüzden bu tür soruların diğer test ve soru türleri ile beraber kullanılmaları önerilmektedir (URL-5, 2010).

Boşluk doldurma soruları cevabın genellikle bir veya birkaç sözcük ile verilebileceği durumlarda, cevaplayıcı cevap için uygun boşluk bırakılarak yöneltilebilir sorulardır. Boşluk doldurma soruları, cevap kategorileri sınırlı olan sorular için pratik değildir (URL-6, 2010).

İki aşamalı sorular son zamanlarda fen bilimleri eğitiminde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu tür sorular çoktan seçmeli soruların bazı olumsuzluklarını giderebildiği içinde tercih nedenidir (Treguest, 1988; Garnett ve Treguest, 1992). İki aşamalı soruların ilk kısmı, genellikle çoktan seçmeli ve sınıflama gerektiren testlerle aynıdır. Bu testlerin çoktan seçmeli testlerden farkı onun ikinci aşamasıdır. Bu aşamada öğrenciden ilk aşamada cevapladığı şıkkın nedenini açıklaması istenmektedir. İki aşamalı testlerin her iki aşaması da çoktan seçmeli olarak hazırlanabileceği gibi sadece birinci

aşama çoktan seçmeli, ikinci aşama açık uçlu olacak şekilde de hazırlanabilmektedir. Öğrencinin muhakeme yeteneğini daha iyi ölçebilmek ve daha önce belirlenen yanılgılardan farklı alternatif kavramların olup olmadığını tespit etmek amacıyla da açık uçlu olarak hazırlanabilmektedir (Mann ve Treguest, 1998; Karataş vd., 2003; Çalık 2006; Treguest ve Chandrasegaran, 2007).

Yazılı cevap gerektiren yani açık uçlu sorulardan oluşan testler, bireylerin düşünce, anlayış ve bilgilerini özgürce ifade etmelerine olanak sağlamaktadır. Bu testler; öğrencilerin kavram ya da olaylar ile ilgili anlamalarını ve alternatif düşüncelerini ortaya çıkarmada sık kullanılan bir yöntemdir (Ayas ve Demirbaş, 1997). Bunun yanında sorunun cevaplandırılması için geçen sürenin uzun olması ve cevapların kodlanarak analiz edilmesindeki güçlükler açık uçlu soruların dezavantajlarıdır (Mertens, 1998).

Bu çalışmada sözü edilen test türlerinden bazıları birlikte kullanılarak iki farklı test geliştirilmiştir. İlk test; doğru yanlış soruları, iki aşamalı sorular, boşluk doldurma soruları ve açık uçlu sorulardan oluşmaktadır. İkinci test ise; iki aşamalı sorulardan ve açık uçlu sorulardan oluşmaktadır.

2.6.2.1. Çekirdek Kimyası Ünitesi Kavram Testi (ÇEKKAT)’nin Geliştirilmesi

Çekirdek Kimyası Kavram Testi (ÇEKKAT), “Çekirdek Kimyası” ünitesinde geçen kavram ve olaylar ile ilgili öğrenci anlamalarını belirlemek için geliştirilmiştir. Bu testin içeriğinin belirlenmesinde Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı tarafından 2008 yılında yayınlanan Ortaöğretim 11. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı’nda yer alan kavramlarla ilişkili çeşitli ulusal ve uluslararası makaleler, test kitapları, farklı düzeydeki kimya ders kitapları, web sayfaları incelenmiş ve detaylı bir literatür taraması yapılmıştır. Sorular hazırlanırken literatürde bulunan mevcut kavram yanılgıları da göz önünde bulundurulmuştur. Sorular konunun içeriğini kapsayacak şekilde düzenlenmiştir.

Geliştirilen test, dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde 19 tane yargı bulunmaktadır. Öğrencilerden, bu yargıların doğru ya da yanlış olduğunu belirlemeleri istenmiştir. Bu şekilde öğrencilerin konuyla ve kavramlarla ilgili bilgilere ne düzeyde sahip oldukları tespit edilmeye çalışılmıştır. Tablo 5’te testin birinci bölümünde yer alan soruların ve bu sorularla ölçülmek istenen kavram ya da anlamaların neler olduğu gösterilmiştir.

Tablo 5. Ölçülmek istenen kavram ya da anlamaların ÇEKKAT'ın birinci bölümündeki maddelere dağılımı

Ölçülmek İstenen Kavram ya da Anlamalar	Test maddeleri
Atom çekirdeği ve atom altı tanecikler	1, 2, 3, 14, 15, 16, 17, 18
Yapay çekirdek tepkimeleri (füzyon, fisyon)	9, 10
Radyoaktif element ve özellikleri	4,7, 8
Yarılma süresi	5, 6, 19
Radyoaktif maddelerin kullanım alanları	13
Radyasyonun canlılar üzerine etkileri	11, 12

Testin ikinci bölümünü ise iki aşamalı 3 soru oluşturmaktadır. Soruların ilk aşamasında öğrencilerden verilen seçeneklerden doğru buldukları şıkkı işaretlemeleri, ikinci aşamasında ise işaretledikleri şıkkın nedenini açıklamaları istenmektedir. Soruların ilk aşamasındaki çoktan seçmeli her bir soruda önceden belirlenen kavram yanlışları çeldirici olarak konulmuştur. Tablo 6'da testin ikinci bölümünde yer alan soruların ve bu sorularla ölçülmek istenen kavram ya da anlamaların ne olduğu gösterilmiştir:

Tablo 6. Ölçülmek istenen kavram ya da anlamaların ÇEKKAT'ın ikinci bölümündeki maddelere dağılımı

Ölçülmek İstenen Kavram ya da Anlamalar	Test maddeleri
Doğal ve yapay radyoaktiflik	20, 21
Radyoaktif maddenin özellikleri	22

Testin üçüncü bölümünde, bazı kavramlar ve içerisinde eksik kelimeler bulunan bir metin verilmiştir. Öğrencilerden kendilerine göre uygun olan kavramları seçmeleri ve metinde verilen boşluklara yerleştirmeleri istenmiştir. Aynı kavramın birden fazla kullanılabileceği gibi kavramın metin içerisinde kullanılamayacağı da belirtilmiştir. Bu bölümün bu şekilde oluşturulmasının nedeni, öğrencilerden istenen kavramın tanımlayıcı özelliklerini belirlemesi durumunda kavramı öğrendiği varsayımına uygun olarak öğrencilerin kavramı anlayıp anlayamadıklarını tespit etmektir (Ayas vd., 1997). Ölçülmek istenen kavramlar ya da anlamaların testin üçüncü bölümündeki maddelere dağılımı Tablo 7'de gösterilmiştir:

Tablo 7. Ölçülmek istenen kavram ya da anlamaların ÇEKKAT'ın üçüncü bölümündeki maddelere dağılımı

Ölçülmek İstenen Kavram ya da Anlamalar	Test maddeleri
Radyoaktivite	23
Radyoaktif element	24
Radyoaktif bozunma	25
Füzyon	26,28
Fisyon	27
Nükleer enerji	29
Aktiflik ve birimi	30
Biyolojik eşdeğer doz ve birimi	31, 32, 33

Testin son bölümünü 2 tane açık uçlu soru oluşturmaktadır. Bu bölümün açık uçlu sorulardan oluşturulmasındaki amaç, yanılgıların derinlemesine araştırılmak istenilmesidir. Ölçülmek istenen kavram ya da anlamaların testin son bölümündeki maddelere dağılımı Tablo 8'de gösterilmiştir:

Tablo 8. Ölçülmek istenen kavram ya da anlamaların ÇEKKAT'ın dördüncü bölümündeki maddelere dağılımı

Ölçülmek İstenen Kavram ya da Anlamalar	Test maddeleri
Doz, etkin doz	34
Biyolojik eşdeğer doz	34
Absorblanmış doz	34
Atom altı tanecikler	35

Bu test Çekirdek Kimyası ünitesinin öğretiminden yaklaşık bir hafta önce ön test olarak uygulanmıştır. Ön testler ÇEKÖRM ile yürütülen derslerden önce A ve G okulundaki öğrencilerin Çekirdek Kimyası ünitesi ile ilgili kavram ya da olaylar hakkında öğrencilerin ön bilgilerin tespit etmek amacıyla uygulanmıştır. ÇEKÖRM'ün uygulanmasından yaklaşık bir hafta sonra son test olarak tekrar uygulanmıştır. Son testler ÇEKÖRM ile yürütülen derslerden sonra öğrencilerdeki kavramsal değişimi tespit etmek amacıyla uygulanmıştır.

2.6.2.1.1. ÇEKKAT'ın Pilot Çalışması ve Geçerlik, Güvenirliğine İlişkin Bilgiler

Ölçme araçlarının işlevlerini doğru bir şekilde yapabilmesi için geçerlik, güvenilirlik gibi bir takım özelliklerin incelenmesi gerekmektedir. Geçerlik, testin bireyin ölçülmek istenen özelliğini ne derece doğru ölçtüğü ile ilgili bir kavramdır. Geçerlik teknikleri için değişik sınıflandırmalardan bahsedilse de daha çok tercih edilen geçerlik türleri; kapsam geçerliği, ölçüt-bağımlı geçerliği ve yapı geçerliğidir (Büyüköztürk, 2007).

Bu araştırmada sözü edilen geçerlik türlerinden kapsam geçerliğine başvurulmuştur. Kapsam geçerliği, testi oluşturan maddelerin, ölçülmek istenilen davranışı ya da özelliği ölçmede nicelik ve nitelik olarak yeterli olup olmadığının göstergesidir (Büyüköztürk, 2007). Bu bağlamda geliştirilen test, test maddelerinin öğrencilerin araştırılan kavramlarla ilgili anlamalarını ölçüp ölçmediği ile ilgili olarak 3 fen eğitimcisi, 2 kimya eğitimcisi ve 2 kimya öğretmeni tarafından değerlendirilmiş ve önerileri alınmıştır. Öneriler doğrultusunda yapılan düzeltmeler ile testin ölçülmek istenilen davranışları kapsar nitelikte olduğu sonucuna varılmıştır. İlk hali 37 sorudan oluşan testin ön pilot çalışması Giresun ili Görele ilçe merkezinde bulunan bir genel lisenin 11. sınıflarında bulunan 32 öğrenciye uygulanarak soruların açıklığı ve öğrenciler tarafından anlaşılabilirliği tespit edilmeye çalışılmıştır. Öğrenciler tarafından anlaşılmayan ifadeler yeniden düzenlenmiş, aynı kavramla ilgili öğrenci anlamalarını araştırarak sorulardan bazıları testten çıkarılmıştır. Ayrıca pilot çalışma sayesinde, testi cevaplamak için gerekli süre belirlenmiş ve ölçme aracının güvenilirliğine ilişkin veriler elde edilmiştir.

Güvenilirlik, bireylerin test maddelerine verdikleri cevaplar arasındaki tutarlılık olarak tanımlanabilir. Güvenilirlik testin ölçülmek istenilen özelliği ne derece doğru ölçtüğü ile ilgilidir (Büyüköztürk, 2007). Güvenilirlik kavramı yapılan her ölçüm için gereklidir. Çünkü güvenilirlik bir test ya da ankette yer alan soruların birbirleri ile olan tutarlılığını ve kullanılan ölçeğin ilgilenilen sorunu ne derece yansıttığını ifade eder. Güvenilirlik, elde edilen ölçümler ve üzerindeki yorumlar ve daha sonra ortaya çıkabilecek analizler için bir temel teşkil eder. Güvenilirlik analizlerinde kullanılan başlıca modeller: a) alfa (α) modeli (cronbach alpha coefficient), b) ikiye bölünmüş model (splithalf), c) guttman modeli, d) paralel model ve e) kesin paralel modeldir (Kalaycı, 2008). Bu araştırmada belirtilen güvenilirlik modellerinden alfa (α) modeli (cronbach alpha

coefficient) kullanılarak alfa katsayısı hesaplanmış ve güvenilirlik belirlenmiştir. Bu amaçla cronbach- α güvenilirlik katsayısı hesaplanmış ve 0.76 bulunmuştur. Bu şekilde güvenilirlik belirleme yöntemi literatürde değişik araştırmacılar tarafından da kullanılmıştır (Coştu, 2006; Çalık, 2006; Kurt, 2010). Güvenilirlik bir korelasyon katsayısı ile belirlenir ve bu katsayı sıfır ile bir arasında değişen değerler alır. Değer bir (1,00)'e yaklaştıkça güvenilirliğin yüksek olduğu kabul edilir. Alfa modelinde güvenilirlik katsayısının 0.60-0.80 olduğu durumlarda ölçeğin oldukça güvenilir olduğu kabul edilir (Kalaycı, 2008). Bu bağlamda da araştırmada kullanılan ölçeğin amacına uygun ve oldukça güvenilir olduğu söylenebilir.

Pilot çalışma sonrası testin uygulanma süresi 30 dakika olarak belirlenmiştir. Testin son hali Ek 3 (CD)'te verilmiştir.

2.6.2.2. Çekirdek Kimyası Ünitesi Başarı Testi (ÇEKBAT)'nin Geliştirilmesi

Araştırma kapsamında kavram testinin yanı sıra başarı testi de geliştirilmiştir. Başarı testi iki aşamalı ve açık uçlu sorulardan oluşmaktadır. Bu testte yer alan sorular Ortaöğretim 11. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı Çekirdek Kimyası ünitesi içerisinde yer alan kazanımları ölçmeyi amaçlamıştır. Bu amaçla geliştirilen ÇEKBAT'ın ilk hali önce 12 ana sorudan oluşmaktadır. Bu sorulardan bazıları alt sorulardan oluştuğu için, ÇEKBAT'taki soru sayısı alt sorularla birlikte 22'dir. Pilot çalışma sonrası ana soru sayısı 10'a, alt sorular ile birlikte 19'a düşmüştür. Tablo 9'da ölçülmek istenen kazanımların ÇEKBAT'ta yer alan sorulara dağılımları gösterilmektedir.

Tablo 9. Ölçülmek istenen kazanımların ÇEKBAT'ta yer alan sorulara dağılımları

Ölçülmek İstenen Kazanımlar	Test maddeleri
<i>Çekirdeğin yapısı ve kararlılık ile ilgili olarak öğrenciler;</i>	
Atom altı taneciklerin temel parçacık olup olmadıklarını sorgular.	1i
Nükleonların yapı taşlarını ve diğer temel parçacıkları sınıflandırır.	1ii
İzotop çekirdeklerin yapısı ile kararlılığı arasında ilişki kurar.	2i, 2ii, 2iii
Kararsız izotopların kararlı hale geçiş mekanizmalarını (doğal radyoaktifliği) açıklar.	1iii,
Yapay çekirdek reaksiyonları, fisyon ve füzyon ile ilgili olarak öğrenciler;	
Çekirdek dönüşümünü açıklar ve örneklendirir.	10
Yaygın kullanılan yapay radyoaktif izotopların üretimini çekirdek dönüşümü ile ilişkilendirir.	10
Çekirdek fisyonunu örnek denklemlerle açıklar.	4iii
Nükleer reaktörlerin işlevini ve çalışma ilkeleri açıklar.	6
Nükleer enerjiyi sosyal, ekonomik ve çevre yönüyle sorgular.	5
Geleceğin enerji kaynağı olarak füzyonu ve önemini açıklar.	4i, 4ii
Aktiflik, radyoaktif ışınların sayımı ve sağlığa etkisi ile ilgili olarak öğrenciler;	
Radyoaktif ışınları giricilik ve iyonlaştırma bakımından karşılaştırır.	3i, 3ii
Aktiflik, absorblanmış doz, biyolojik eşdeğer doz kavramlarını ve bunların birimlerini, ışınlarını zararları ile ilişkilendirir	3iii, 3iv
Radyoaktiflikten kaynaklanan tehlikelerden korunmak için alınacak tedbirleri sıralar.	9
Radyoaktiflik ile ilgili uyarı işaretlerini tanır.	8
Radyoaktif maddelerin kullanım alanları ile ilgili olarak öğrenciler;	
Radyoaktif izotopların kullanım alanlarını sıralar.	7
Bilimsel araştırmalarda radyoaktif izotop kullanımına örnekler verir.	7
Radyoizotopların tıptaki teşhis ve tedavi amaçlı uygulamalarına örnekler verir.	7
Endüstride radyoizotopların kullanım ilkelerini açıklar.	7

Bu test Çekirdek Kimyası Ünitesinin öğretiminden yaklaşık bir hafta önce ön test olarak uygulanmıştır. ÇEKÖRM'ün uygulanmasından yaklaşık bir hafta sonra son test olarak tekrar uygulanmıştır.

2.6.2.2.1. ÇEKBAT'ın Pilot Çalışması ve Geçerlik, Güvenirliğine İlişkin Bilgiler

Geliştirilen ÇEKBAT testinin ilk hali 12 ana soru ve alt aşamaları ile birlikte toplam 22 sorudan oluşacak şekilde hazırlanmıştır. Testin ön pilot çalışması Giresun ili Görele ilçe merkezinde bulunan bir genel lisenin 11. sınıflarında bulunan 18 öğrenciye uygulanarak soruların açıklığı ve öğrenciler tarafından anlaşılabilirliği tespit edilmeye çalışılmıştır. Öğrenciler tarafından anlaşılmayan ifadeler yeniden düzenlenmiş ve bazı sorular testten çıkarılmıştır. Düzenlenen testin pilot çalışması Giresun ili Görele ilçe merkezinde bulunan bir Anadolu Öğretmen Lisesi'ndeki 32 öğrenci ile yürütülerek, testi cevaplamak için gerekli süre ve ölçme aracının güvenirliliğine ilişkin faktörler incelenmiştir. ÇEKKAT'a uygulanan istatistiksel analizler ÇEKBAT'a da uygulanmıştır. ÇEKBAT'ın kapsam geçerliği 3 fen eğitimcisi, 2 kimya eğitimcisi ve 2 kimya öğretmeni tarafından değerlendirilmiş ve eğitimcilerin önerileri doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapılmıştır. ÇEKBAT'ın cronbach- α güvenilirlik katsayısı hesaplanmış ve 0.83 olarak bulunmuştur. Bu sayı ÇEKBAT'ın oldukça güvenilir olduğunun bir göstergesidir. Pilot çalışma sırasında testi cevaplamak için ayrılacak süre 40 dakika olarak belirlenmiştir. ÇEKBAT'ın son hali Ek 4 (CD)'te sunulmuştur.

2.6.3. Mülakat

Mülakat bir uzman ya da araştırmacı ile öğrenci arasında geçen karşılıklı konuşmalar olarak tanımlanmaktadır. Mülakatların amacı, genellikle iletişim kurulan bireyin araştırılan konu hakkındaki duygu, düşünce ve inançlarını ve bunları etkileyen faktörlerin neler olduğunu ortaya çıkarmaktır (Ayas vd., 2001b; Çepni, 2007; Karasar, 2008). Mülakatlarda araştırmacı, olayların nasıllarını ve nedenlerini sorgulama imkânına sahiptir. Bu nedenle özellikle sosyal bilimlerde en çok kullanılan tekniklerden biridir (Karasar, 2008). Mülakat tekniği, belirlenen bir konu ya da kavramla ilgili olarak öğrencilerin anlama düzeylerini ve kavram yanılgılarını ortaya çıkarmayı amaçlayan çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Cohen ve Manion, 1989). Mülakatlar yapılandırılmış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmamış mülakatlar olarak sınıflandırılabilir (Çepni, 2007). Yapılandırılmış mülakatta önceden sorular hazırlanır ve mülakatı yürüten birey tarafından, mülakat yapılan bireye okunur ve alınan cevaplar kaydedilir. Burada amaç, bireylerin

cevapları arasındaki benzerlik ve farklılıkları ortaya çıkarmaktır. Mülakat yapılacak kişi sayısının fazla olduğu durumlarda tercih edilir (Çepni, 2007). Mülakat soruları daha önceden hazırlanan ancak koşullara göre mülakat sorularının yeri, sırası değiştirilebilen hatta ek sorular sorulabilen mülakat türü yarı yapılandırılmış mülakattır. Yapılandırılmış mülakata göre daha esnektir (Çepni, 2007). Yapılandırılmamış mülakat ise sorular önceden hazırlanmamıştır. Araştırmacı ve mülakata katılan birey arasında sohbet niteliğinde gerçekleşir. Bu mülakat türünde daha geniş veri elde etme imkânı vardır.

Bu araştırmanın farklı aşamalarında çalışmanın amacına uygun olarak öğretmen ve öğrenciler ile yapılandırılmamış ve yarı yapılandırılmış mülakatlar yürütülmüştür. Araştırmada pilot ve asıl çalışmanın yapılacağı okullarda görev yapan 3 kimya öğretmeni ile yapılandırılmamış mülakatlar yürütülmüştür. Bu mülakatlarda okulların ve öğrencilerin durumları, Çekirdek Kimyası ünitesinin öğretiminde yaşanan güçlükler, üniteye geçen kavram ya da olaylar ile ilgili olarak literatürde tespit edilen ya da literatür haricindeki öğrencilerde mevcut olan kavram yanlışları ve bu yanlışların olası nedenleri aydınlatılmaya çalışılmıştır. Öğretmenler ile yapılan mülakatlardan testlerin ve materyallerin hazırlanmasında yararlanılmıştır.

Araştırmanın asıl uygulamasında öğrencilerin konu ile ilgili bilgilerini daha derinlemesine belirlemek amacıyla kavramlar hakkında yarı yapılandırılmış mülakatlar yürütülmüştür. Ayrıca mülakatlarda öğrenciye ÇEKÖRM'ün etkililiği ve öğretim süreci ile ilgili görüşleri de sorulmuştur. Bu mülakatlar A ve G okullarındaki kavramsal değişimin en az (4) , orta (4) ve en çok (4) olduğu toplam 12 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Öğrenciler ile yapılan mülakatlar okulun kütüphanesinde ya da boş sınıflarda yapılmıştır. Görüşmelerin her biri yaklaşık 20-25 dakika sürmüştür. Ayrıca mülakatlar öğrencilerden izin alınarak kaydedilmiştir. Mülakat sorularının içerikleri Tablo 10'da sunulmuştur. Ayrıca mülakatlarda kullanılan sorular Ek 5 (CD)'te verilmiştir.

Tablo 10. Mülakat sorularının içerikleri

İlişkili Olduğu Konular	Mülakat Sorusu	Soru no
Atom altı tanecikler	Atom altı tanecik denilince aklınıza ne geliyor? Örnekendirip açıkla mısınız?	1
Kararlılık kuşağı	Kararlılık kuşağı denilince aklınıza ne geliyor? Açıkla mısınız?	2
Etkin doz, biyolojik eşdeğer doz ve absorblanmış doz	Etkin doz, absorblanmış doz ve biyolojik eşdeğer doz denilince aklınıza ne geliyor? Bu kavramları açıklayabilir misiniz?	3
Doğal ve yapay radyoaktiflik	Günlük hayatımızı devam ettirirken, radyasyona maruz kalıyor muyuz? Eğer kalıyorsak bu radyasyon kaynakları nelerdir? Açıkla mısınız?	4
Radyoaktif ışınların giricilikleri ve iyonlaştırma özellikleri	Alfa, beta ve gama ışınlarını giricilikleri ve iyonlaştırma özellikleri bakımından karşılaştırınız? Neden böyle söylediniz? Açıkla mısınız?	5
Çekirdek dönüşümü	Çekirdek dönüşümü yoluyla doğada bulunmayan izotoplar elde edilebilir mi? Örnekendirip açıklayabilir misiniz?	6
Çernobil Nükleer kazası	Çernobil Nükleer Kazası denilince aklınıza ne geliyor? Açıkla mısınız?	7
Füzyon ve fisyon	Günümüzün önemli problemlerinden biri olan enerji ihtiyacını karşılamak için nükleer reaksiyonların hangi çeşidini tercih ederdiniz? Neden?	8
Radyasyonun canlılar üzerine etkileri	Radyasyona maruz kalmış bir insan, bir bitki ve bir hayvan resmi çizer misiniz?	9
ÇEKÖRM ve öğretim sürecinin etkililiği ile ilgili	İşlediğimiz derslerde en çok hangi konu ya da konular hoşunuza gitti? Neden?	10
ÇEKÖRM ve öğretim sürecinin etkililiği ile ilgili	İşlediğimiz derslerde hoşunuza gitmeyen konu ya da konular oldu mu? Neden?	11
ÇEKÖRM ve öğretim sürecinin etkililiği ile ilgili	Çekirdek Kimyası (Radyoaktivite) ünitesinin önceki ünitelerden farkı nedir? Neden?	12
ÇEKÖRM ve öğretim sürecinin etkililiği ile ilgili	İşlediğimiz bu dersler sana ne kazandırdı? Neden?	13

2.7. Araştırmadan Elde Edilen Verilen Analizi

Bu başlık altında araştırma kapsamında kullanılan tutum ölçeğinin, testlerin ve mülakatların nasıl analiz edildiğine dair bilgiler verilmiştir.

2.7.1. ÇEKTA'dan Elde Edilen Verilerin Analizi

Çalışmada öğrencilerin üniteye yönelik ön ve son tutumlarının belirlemek amacıyla uygulama öncesi ve sonrası likert tipi bir ölçek olan ÇEKTA kullanıldı. ÇEKTA 11 olumlu 6 olumsuz toplam 17 maddeden oluşmaktadır. Olumlu ifadeler *katılıyorum 4, kısmen katılıyorum 3, katılmıyorum 2, hiç katılmıyorum 1 ve cevapsız 0 puan* şeklinde puanlandırılırken; olumsuz ifadeler ise olumlu ifadelerin tam tersi şeklinde *katılıyorum 1,*

kısmen katılıyorum 2, katılmıyorum 3, hiç katılmıyorum 4 ve cevapsız 0 puan şeklinde puanlandırılmıştır. Böylece her bir maddeye ait puanlar toplanarak öğrencilere ait, tutum ölçeği puanları belirlenmiştir. Bu puanlar ölçekteki madde sayısına bölünmek suretiyle her bir öğrencinin ÇEKTA'dan aldığı puanlar hesaplanmıştır. Daha sonra bu puanlar üzerinden A ve G okullarındaki öğrencilerin ilk ve son tutumları grup içinde Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılarak istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

2.7.2. ÇEKKAT'tan Elde Edilen Verilerin Analizi

ÇEKKAT'ın ilk bölümünde kavram ya da kavramlara ait özellikler verilerek yargılar oluşturulmuştur. Öğrencilerden, bu yargıların “doğru”, “yanlış” ve “boş” kategorilerinden hangisine ait olduklarını belirtmeleri istenilmiştir. Bu bölümünün analizi üç kategoriye verilen öğrenci cevapları puanlandırılarak yapılmıştır. Öğrenciler testin bu bölümündeki yargılara verdikleri doğru cevaplardan “1” puan, yanlış cevap verdikleri ve boş bıraktıkları cevaplardan ise “0” puan almışlardır. Bu bölümden alınacak en yüksek puan (19x1) 19'dur. Ayrıca öğrenci doğru cevaplarının frekans ve yüzdesi hesaplanarak tablolastırılmış ve sunulmuştur.

ÇEKKAT'ın ikinci bölümü iki aşamalı sorulardan oluşmaktadır. İki aşamalı testlerin puanlandırılmasında her iki aşamada verilen cevapların niteliğine göre cevap kategorileri oluşturulmaktadır. Oluşturulan her bir kategoriye puan verilmesinden sonra toplam puanların hesaplanması yoluna gidilmektedir. Literatürde iki aşamalı soru türleri için oluşturulan cevap kategorileri ve bu kategorilere verilen puanların olduğu çalışmalar yer alsa da her araştırmacının geliştirdiği testin içeriği ve kullandığı iki aşamalı soru türü farklı olduğu için standart bir kategori listesi ve puanlandırma söz konusu değildir. Her araştırmacı kendi amacına uygun iki aşamalı soru türü kullanmakta ve bu soru türlerine göre kategoriler oluşturmaktadır (Kurt, 2010). Bu araştırmada pilot çalışma sonrasında iki aşamalı sorulara verilen cevaplar incelenmiş ve cevapların belirli kategoriler altında toplanılmasına karar verilmiştir. İki aşamalı soruların ilk bölümü Doğru Seçenek (DS), Yanlış Seçenek (YS) ve Boş (B) şeklinde üç kategori altında analiz edilmiştir. DS “6”, YS “1” ve B “0” puan olarak puanlandırılmıştır. YS ve B kategorilerinin ayırt edilmesi gerekmektedir. Çünkü öğrencilerin yanlış seçeneği işaretlemesi hiçbir şey bilmediği anlamına gelmemektedir. DS ve YS işaretleyen öğrenciler arasında da belirgin bir fark olması için de DS “6” puan olarak belirlenmiştir. İki aşamalı soruların ikinci aşaması

analiz edilirken öğrencilerin anlama düzeyleri için Doğru Neden (DN), Kısmen Doğru Neden (KDN), Alternatif Kavram içeren Neden (AKN), Yanlış Neden (YN), İlişkisiz Neden/Boş (B) şeklinde kategoriler oluşturulmuştur. İki aşamalı testlerin ikinci aşamasında kullanılan kategoriler, kategorilerin puanları ve puanlama kriterleri Tablo 11’de sunulmuştur.

Tablo 11. ÇEKKAT’ın iki aşamalı sorularının ikinci aşamasında kullanılan anlama kategorileri, kategorilerin puanları ve puanlama kriterleri

Anlama Düzeyleri	Puan	Puanlama Kriterleri
Doğru Neden (DN)	10	Geçerliliği olan cevabın bütün yönlerini içeren cevaplar
Kısmen Doğru Neden (KDN)	8	Geçerliliği olan cevabın bir ya da birkaç yönünü içeren fakat bütün yönlerini içermeyen cevaplar
Alternatif Kavram İçeren Neden (AKN)	2	Kavramın kısmen anlaşıldığını gösteren fakat aynı zamanda bir alternatif kavramı da içeren cevaplar
Yanlış Neden (YN)	1	Bilimsel olarak yanlış olan cevaplar
İlişkisiz Neden / Boş (B)	0	Boş bırakma, bilmiyorum, hatırlamıyorum şeklindeki cevaplar Soruyu aynen tekrarlama İlgisiz ya da açık olmayan cevaplar

Kategoriler önem sırasına göre sıralandığında ilgili soru geçerliliği olan cevabın tüm yönleri ile bilimsel olarak açıklandığında DN kategorisi ilk sırada yer almaktadır. İkinci sırada geçerliliği olan cevabın bir ya da birkaç yönünü içeren fakat bütün yönlerini içermeyen cevapların olduğu KDN kategorisi yer alır. Üçüncü sırada ise kavramın kısmen anlaşıldığını gösteren fakat aynı zamanda bir alternatif kavramı da içeren cevapların olduğu AKN kategorisi yer alır. Dördüncü sırada bilimsel olarak yanlış olan cevapların olduğu YN kategorisi yer almaktadır. Son sırada boş bırakma, bilmiyorum, hatırlamıyorum, soruyu aynen tekrarlama, ilgisiz ya da açık olmayan cevapların olduğu İlgisiz Neden /Boş (B) kategorisi yer almaktadır. İki aşamalı soruların her iki aşamasının da birlikte kullanılmasıyla oluşan 11 kategori önem sırasına göre sıralandığında oluşan hiyerarşik yapının kategorileri ve bu kategorilerin kısaltmaları Tablo 12’de sunulmuştur.

Tablo 12. ÇEKKAT’ın iki aşamalı sorularının anlama kategorileri, kategorilerin puanları ve puanlama kriterleri

Kategoriler	Kısaltmalar	Puanlar
Doğru Seçenek-Doğru Neden	DS-DN	16
Doğru Seçenek-Kısmen Doğru Neden	DS-KDN	14
Yanlış Seçenek-Doğru Neden	YS-DN	11
Yanlış Seçenek-Kısmen Doğru Neden	YS-KDN	9
Doğru Seçenek-Alternatif Kavram İçeren Neden	DS-AKN	8
Doğru Seçenek-Yanlış Neden	DS-YN	7
Doğru Seçenek-Boş	DS-B	6
Yanlış Seçenek-Alternatif Kavram İçeren Neden	YS-AKN	3
Yanlış Seçenek -Yanlış Neden	YS-YN	2
Yanlış Seçenek-Boş	YS- B	1
Boş -Boş	B-B	0

Literatürde araştırmacının iki aşamalı sorulardan elde ettiği öğrenci cevaplarına göre kendi oluşturduğu kategoriler ve bu kategorilere göre farklı puanlamalar yer almaktadır (Şahin, 2010). Öğrencilerin ÇEKKAT’ın ikinci bölümünden aldıkları toplam puanları da hesaplanmıştır. Bu bölümden alınacak en yüksek puan (16x3) 48’dir.

ÇEKKAT’ın üçüncü bölümü boşluk doldurma sorularından oluşmaktadır. Öğrencilerden verilen metindeki eksik kelimelerinin yerine, şıklardaki kavramlardan kendilerine en uygun geleni seçmeleri istenilmiştir. ÇEKKAT ’ın bu bölümünün analizi ilk bölümünün analizi gibi üç kategoriye verilen öğrenci cevapları puanlandırılarak yapılmıştır. Öğrenciler testin bu bölümündeki sorulara verdikleri doğru cevaplardan “1” puan, yanlış cevaplardan ve boş bıraktıkları cevaplardan “0” puan almışlardır. Böylece öğrencilerin bu bölümden aldıkları toplam puan da hesaplanmıştır. Bu bölümden alınacak en yüksek puan (11x1) 11’dir.

ÇEKKAT’ın dördüncü bölümü açık uçlu sorulardan oluşmaktadır. Bu sorulara verilen cevaplar doğruluk derecelerine göre kategoriler oluşturularak puanlandırılmıştır. Nitel verilerin analizinde benzer sınıflamalar literatürde sıkça kullanılmaktadır. Öğrenci anlama seviyelerinin değerlendirilmesinde nitel verilerin analizi Marek (1986) tarafından; cevaplamama, spesifik yanlış anlama, kısmi anlama ve tam anlama olarak belirtilmiştir. Haidar ve Abraham (1991) da Marek (1986) tarafından spesifik kavram yanlışlığı olarak ifade edilen kategorinin yerine alternatif kavram yanlışlığı kategorisini kullanmışlardır.

Abraham vd. (1992) ise bu kategorileri biraz daha geliştirerek daha önce yapılan çalışmalardaki anlamama kategorisi yerine cevaplamama ve anlamama kategorisini kullanmışlardır. Ayrıca diğer çalışmalarda ifade edilmeyen bir spesifik kavram yanılgısıyla kısmi anlama kategorisini de bu tip kategoriler içerisine katmışlardır. Araştırmacılar tarafından sıkça kullanılan anlama seviyesi kategorilerinin son şekli Abraham vd. (1992) tarafından anlamama, spesifik kavram yanılgıları, bir spesifik kavram yanılgısıyla birlikte kısmi anlama, kısmi anlama ve tam anlama kategorilerinin sırası ile 0, 1, 2, 3 ve 4 puan olarak kodlanmıştır. Daha sonraki yapılan çalışmalarda da Abraham vd. (1992) tarafından yapılan kategoriler temel alınmış ve farklı şekillerde kullanılmıştır (Çalık, 2006; Özsevgeç, 2007; Çalık, Ayas ve Coll, 2010). Bu araştırmada ilk defa Ayas (1995b) tarafından Türkçeye çevrilen cevap kategorileri kullanılarak açık uçlu sorular analiz edilmiştir. ÇEKKAT'ın dördüncü bölümünü oluşturan açık uçlu soruların analizinde kullanılan kategoriler, kategorilerin puanları ve puanlama kriterleri Tablo 12'de sunulmuştur. Öğrencilerin bu bölümden aldıkları toplam puanlar da hesaplanmıştır. Bu bölümden alınacak en yüksek puan (4x2) 8'dir. Tablo 13'te ÇEKKAT'ın dördüncü bölümünde yer alan açık uçlu soruların analiz etmede kullanılan kategoriler ve içerikleri yer almaktadır:

Tablo 13. ÇEKKAT'ın dördüncü bölümünde yer alan açık uçlu soruların analiz etmede kullanılan kategoriler ve içerikleri

Anlama Düzeyleri	Puan	Puanlama Kriterleri
Tam Anlama (TA)	4	Geçerliliği olan cevabın bütün yönlerini içeren cevaplar
Kısmi Anlama (KA)	3	Geçerliliği olan cevabın bir yönünü içeren fakat bütün yönlerini içermeyen cevaplar
Bir spesifik alternatif kavramla kısmi anlama (KA-BSAK)	2	Kavramın kısmen anlaşıldığını gösteren fakat aynı zamanda bir alternatif kavramı da içeren cevaplar
Alternatif Kavramlar (AK)	1	Bilimsel olarak yanlış olan cevaplar
Anlamama (Anl.)	0	Boş bırakma, bilmiyorum, hatırlamıyorum şeklindeki cevaplar Soruyu aynen tekrarlama ya da açık olmayan cevap

ÇEKKAT'ın puanlandırılmasında yukarıda bahsedildiği gibi, tüm test maddelerine doğru cevap verilmesi durumunda testten alınabilecek en yüksek puan (19+48+11+8) 86'dır. Öğrencilerin ÇEKKAT'tan aldıkları puanlar hesaplandıktan sonra, bu puanlar 100'lük sisteme dönüştürülerek yeniden düzenlenmiştir.

ÇEKKAT'tan elde edilen verilerin istatistiksel analizinde İstatistik Paketi (SPSS 11.0) kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. İlişkili örneklem için parametrik olmayan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır. Araştırmada parametrik olmayan testin kullanılmasının sebebi örneklemin 30'dan az olması ve verilerin normal dağılım göstermemesidir. Böyle durumlarda parametrik olmayan analiz teknikleri kullanılmaktadır (Özdamar, s. 449-450, 2004).

A ve G okullarındaki öğrencilerin kavramsal yapılarındaki farklılaşma düzeylerini gruplar içerisinde karşılaştırmak için ön test son test Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile analiz edilmiştir.

2.7.3. ÇEKBAT'tan Elde Edilen Verilerin Analizi

ÇEKBAT'ın iki aşamalı soruları ve açık uçlu soruları kategoriler oluşturularak ÇEKKAT'ın açık uçlu ve iki aşamalı sorularına verilen cevaplar gibi analiz edilmiştir (Tablo 12-13, syf, 100-101). ÇEKBAT'ın puanlandırılmasında tüm test maddelerine doğru cevap verilmesi durumunda testten alınabilecek en yüksek puan 168'dir. Öğrencilerin ÇEKBAT'tan aldıkları puanlar hesaplandıktan sonra, bu puanlar 100'lük sisteme dönüştürülerek yeniden düzenlenmiştir.

A ve G okullarındaki öğrencilerin başarı düzeylerini gruplar içerisinde karşılaştırmak için ön test-son test Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile analiz edilmiştir.

2.7.4. Mülakatlardan Elde Edilen Verilerin Analizi

Nitel verilerin analizinde araştırmacılar tarafından en sık kullanılan ve önerilen yaklaşımlar içerik analizi ve betimsel analiz yöntemleridir. Betimsel analizde elde edilen veriler daha önceden belirlenmiş olan temalara göre özetlenir ve yorumlanır. Ayrıca doğrudan alıntılara da sık sık yer verilir. İçerik analizinde ise veriler daha derin bir analize tabi tutulur (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Bu araştırmada öğrencilerin konuyla ilgili anlama düzeylerini araştıran mülakat sorularından elde edilen veriler araştırma problemlerine daha uygun olduğu düşünülerek betimsel analize tabi tutulmuştur. Araştırma kapsamında örneklemden belirlenen 12 öğrenci ile mülakatlar yürütülmüştür. Mülakat yapılan öğrenciler, kavramsal yapılarında farklılaşmanın en yüksek olduğu, orta düzeyde olduğu ve düşük düzeyde gerçekleştiği öğrenciler arasından rastgele seçilmiştir. Öğrenciler seçilirken

kendini ifade edebilme yetenekleri ve mülakata katılma istekleri de göz önünde bulundurulmuştur. Bir ses kaydedici tarafından kaydedilerek gerçekleştirilen bu mülakatlar daha sonra araştırmacı tarafından dinlenerek yazılı doküman haline getirilmiştir. Mülakatların yazılı doküman haline getirilmesi sırasında konu haricindeki konuşmalar, duraksamalar gibi bazı ifadeler çıkarılmıştır. Sonrasında her bireyin sorulara verdikleri cevaplar ilgili soruların altında gruplandırılarak verilmiştir. Ayrıca verilen cevaplardan doğrudan alıntılara da sık sık yer verilmiştir.

Mülakatlarda öğrencilerin ÇEKÖRM'ün etkililiği ve öğretim süreci hakkındaki görüşleri de belirlenmeye çalışılmıştır. Mülakatların ÇEKÖRM'ün etkililiği ve öğretim süreci hakkındaki sorularına verdikleri cevaplar onların görüşlerini tam olarak yansıtılması amacıyla doğrudan alıntı yapılarak sunulmuştur.

Bu bölümde yapılan çalışmalar ana başlığı altında araştırmanın tasarlanması, yöntemi, örnekleme, Çekirdek Kimyası ünitesi öğretmen rehber materyalleri, bu materyallerin pilot ve asıl uygulamaları, veri toplama araçları, veri toplama araçlarının geçerlik, güvenilirlik çalışmaları ve veri toplama araçlarından elde edilen verilerin analiz yöntemleri verilen bu araştırmanın bulguları bundan sonraki bölümde detaylı olarak sunulmuştur.

3. BULGULAR

Bu araştırmada Ortaöğretim 11. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı'nda yer alan Çekirdek Kimyası ünitesinin öğretimi için yapılandırmacı yaklaşımının dört aşamalı modeline yönelik bilgisayar destekli öğretim materyali geliştirilmiş ve bu materyalin öğrencilerin tutumları, kavramsal anlamaları ve başarıları üzerine etkililiğinin araştırılması amaçlanmıştır. Araştırma kapsamında ÇEKTA, ÇEKKAT, ÇEKBAT ve yarı yapılandırılmış mülakat veri toplama araçlarından yararlanılmıştır. Veri toplama araçlarından elde edilen veriler ve bu verilerin analizinden elde edilen bulgular bu başlık altında ilerleyen aşamalarda detaylı olarak sunulmuştur.

Bulguların veriliş sırası;

1. Çekirdek Kimyası ünitesi tutum anketinden (ÇEKTA) elde edilen bulgular,
2. ÇEKTA'ya ait istatistiksel analizlerden elde edilen bulgular,
3. Çekirdek Kimyası ünitesi kavram testinden (ÇEKKAT) elde edilen bulgular,
4. ÇEKKAT'a ait istatistiksel analizlerden elde edilen bulgular,
5. Çekirdek Kimyası ünitesi başarı testinden (ÇEKBAT) elde edilen bulgular,
6. ÇEKBAT'a ait istatistiksel analizlerden elde edilen bulgular,
7. Öğrenciler ile yapılan yarı yapılandırılmış mülakatlardan elde edilen bulgular.

Araştırmanın bulgularının, okuyucu tarafından daha rahat değeriendirilebilmesi için araştırmada kullanılan bazı kısaltmalar Tablo 14'te verilmiştir.

Tablo 14. Bulguların sunulmasında kullanılan kısaltmalar

Kısaltma	Açıklama
ÇEKTA	Çekirdek kimyası ünitesi tutum anketi
ÇEKKAT	Çekirdek kimyası ünitesi kavram testi
ÇEKBAT	Çekirdek kimyası ünitesi başarı testi
A okulu	14 kişiden oluşan 1. grup (Ö1-...-Ö14)
G okulu	21 kişiden oluşan 2. grup (Ö15-...-Ö35)
Ö1, Ö12, Ö35...	1.öğrenci, 12. öğrenci, 35. öğrenci...

3.1. ÇEKTA'dan Elde Edilen Bulgular

Bu başlık altında veri toplama araçlarından ÇEKTA'nın ön test ve ÇEKÖRM'ün uygulanması sonrada son test olarak uygulanmasından elde edilen bulgular ayrıntılı olarak sunulmuştur. A ve G okullarına ön-son test olarak uygulanan ÇEKTA'dan elde edilen bulgular araştırmanın birinci alt problemine yöneliktir.

Örneklemdaki öğrencilerin konuya karşı tutumu ölçen bu ölçek likert tipidir. Bu ölçek; katılıyorum, kısmen katılıyorum, katılmıyorum, hiç katılmıyorum ve cevapsız şeklinde 5 seçenek içermektedir. Puanlamalarda olumlu ifadeler 4-3-2-1-0, olumsuz ifadeler ise 0-1-2-3-4 şeklinde puanlandırılmıştır.

3.1.1. A Okulundaki Öğrencilere Ön-Son Test Olarak Uygulanan ÇEKTA'dan Elde Edilen Bulgular

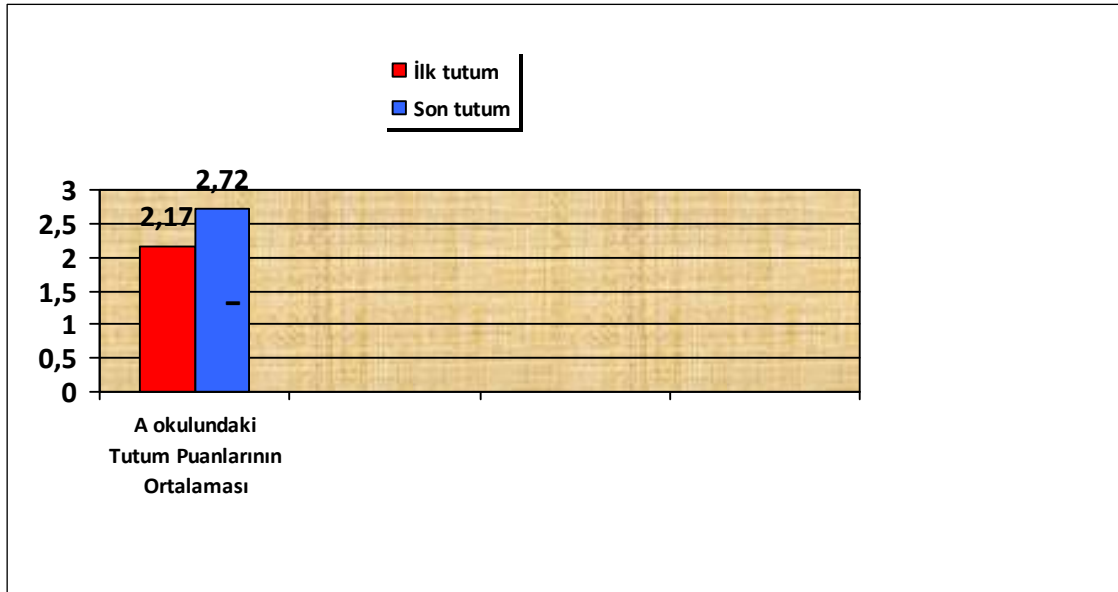
A okulundaki her bir öğrencinin ÇEKTA'dan aldığı puanların toplamının madde sayısına bölümü ile elde edilen ortalama puanlar Tablo 15'te sunulmuştur.

Tablo 15. A okullundaki öğrencilerin üniteye karşı tutumlarındaki değişim

Öğrenci Sayısı (Öğrenci Numarası)	A okulu (N=14)	
	İlk tutum	Son tutum
1 (Ö1)	2,05	2,17
2 (Ö2)	1,52	1,64
3 (Ö3)	2,05	2,76
4 (Ö4)	2,82	3,17
5 (Ö5)	2,76	3,47
6 (Ö6)	1,47	2,64
7 (Ö7)	3	2,64
8 (Ö8)	2,70	2,58
9 (Ö9)	2,76	3,11
10 (Ö10)	1,82	3,17
11 (Ö11)	2,35	3,64
12 (Ö12)	1,23	1,23
13 (Ö13)	2,17	3,64
14 (Ö14)	1,70	2,29
Ortalama	2,17	2,72

Tablo 15'ten A okulundaki öğrencilerin 11'inin üniteye karşı tutumlarında artma, 2'sinde azalma olduğu, bir öğrencinin tutumun ise değişmediği görülmektedir.

A okullarındaki öğrencilerin tutumlarında ÇEKÖRM'ün ne gibi değişimlere neden olduğunu ortaya çıkarmak amacıyla öğrencilerin üniteye karşı ilk ve son tutumları belirlenmiştir. A okulundaki öğrencilerin konuya karşı ilk ve son tutumları arasında karşılaştırma yapabilmek amacıyla ortalama tutum puanlarının grafikte gösterimi Şekil 31'de verilmiştir.



Şekil 31. A okulundaki öğrencilerin ÇEKTA ön ve son test puanlarının ortalamaları

Şekil 31'den görüldüğü gibi A okulundaki öğrencilerin ÇEKTA ön test puanlarının ortalaması 2,17 iken son test puanlarının ortalaması 2,72'dir. ÇEKTA son test puanlarının ortalamasının ön test puanlarına göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

3.1.2. G Okulundaki Öğrencilere Ön-Son Test Olarak Uygulanan ÇEKTA'dan Elde Edilen Bulgular

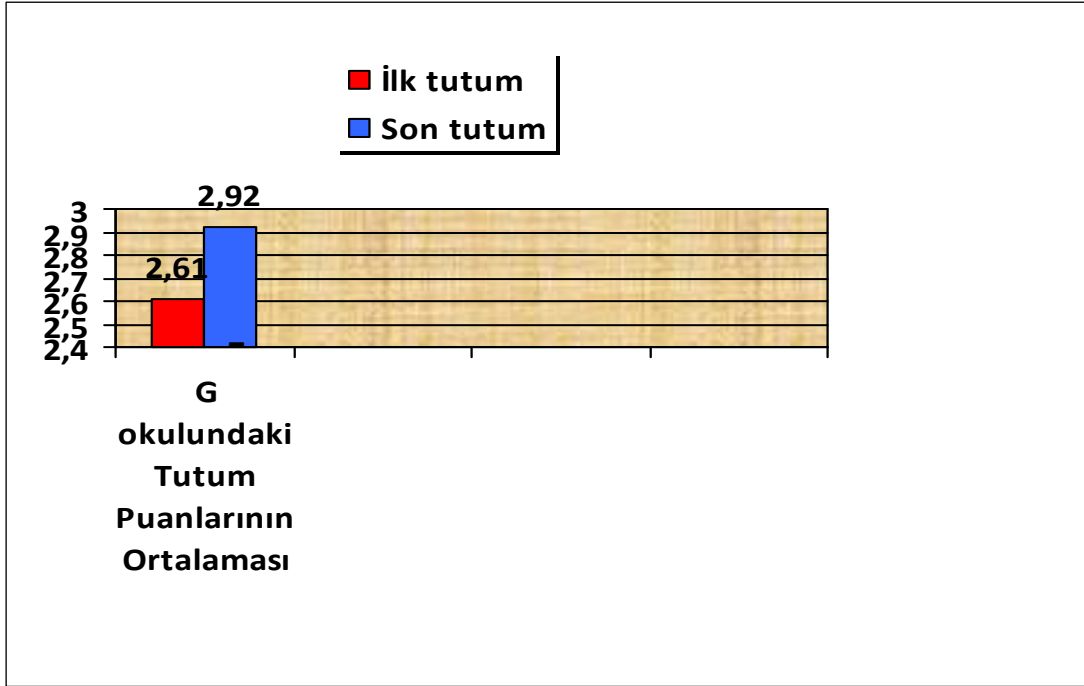
G okulundaki her bir öğrencinin ÇEKTA'dan aldığı puanların toplamının madde sayısına bölümü ile elde edilen ortalama puanlar Tablo 16'da sunulmuştur.

Tablo 16. G okullundaki öğrencilerin üniteye karşı tutumlarındaki değişim

Öğrenci Sayısı (Öğrenci Numarası)	G okulu (N=21)	
	İlk tutum	Son tutum
1 (Ö15)	2,23	3
2 (Ö16)	2,41	3,29
3 (Ö17)	2,70	3,17
4 (Ö18)	2,35	3,17
5 (Ö19)	2,64	2,52
6 (Ö20)	3	0,88
7 (Ö21)	2,94	3,76
8 (Ö22)	2,58	3,23
9 (Ö23)	2,70	2,52
10 (Ö24)	3,17	3,05
11 (Ö25)	2,17	2
12 (Ö26)	3,41	3,82
13 (Ö27)	2,88	3,64
14 (Ö28)	2,47	3,70
15 (Ö29)	2,82	3,47
16 (Ö30)	1,94	2,70
17 (Ö31)	3	2,70
18 (Ö32)	2,47	3,35
19 (Ö33)	2,41	1,41
20 (Ö34)	2,70	2,88
21 (Ö35)	1,94	3,23
Ortalama	2,61	2,92

Tablo 16'dan G okullarındaki öğrencilerin 14'ünün üniteye karşı tutumlarında artma, 7'sinin üniteye karşı tutumlarında ise azalma olduğu görülmektedir.

G okulundaki öğrencilerin konuya karşı ilk ve son tutumları arasında karşılaştırma yapabilmek amacıyla ortalama tutum puanlarının grafikte gösterimi Şekil 32'de verilmiştir.



Şekil 32. G okulundaki öğrencilerin ÇEKTA ön ve son test puanlarının ortalamaları

Şekil 32’den görüldüğü gibi G okulundaki öğrencilerin ÇEKTA ön test puanlarının ortalaması 2,61 iken son test puanlarının ortalaması 2,92’dir. G okulundaki öğrencilerin ÇEKTA son test puanlarının ortalamasının ön test puanlarının ortalamasına göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

3.1.3. ÇEKTA’ya Ait İstatistiksel Analizlerden Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde ÇEKTA’daki soruların ön test ve son test puanları arasında yapılan grup içi karşılaştırmalar verilmiştir. Grup içi karşılaştırmalar Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılarak yapılmış ve bu analiz sonuçları tablolastırılarak sunulmuştur.

3.1.3.1. A Okulundaki Öğrencilere Ön-Son Test Olarak Uygulanan ÇEKTA’ya Ait İstatistiksel Analizlerden Elde Edilen Bulgular

A okullarındaki öğrencilere ön test ve son test olarak uygulanan ÇEKTA’nın aşağıda grup içi karşılaştırmaları sonucu elde edilen bulguları yer almaktadır. A okulundaki öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrası üniteye yönelik tutumlarında anlamlı bir farklılık

gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17. A okulundaki öğrencilerin ÇEKTA ön ve son test sonuçlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları

Son test- Ön test	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	z	p
Negatif Sıra	2	4	8	-2,626*	,009
Pozitif Sıra	11	7,55	83		
Eşit	1	-	-		

*Negatif Sıralar temeline dayalı

Tablo 17’den görüldüğü gibi analiz sonuçları, örneklemdaki öğrencilerin Çekirdek Kimyası ünitesi tutum anketinden aldıkları uygulama öncesi ve sonrası puanları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($z=2.626$ $p<.05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamı dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar yani son test lehinde olduğu görülmektedir.

3.1.3.2. G Okulundaki Öğrencilere Ön-Son Test Olarak Uygulanan ÇEKTA’ya Ait İstatistiksel Analizlerden Elde Edilen Bulgular

G okulundaki öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrası Çekirdek Kimyası ünitesine yönelik tutumlarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 18. G okulundaki öğrencilerin ÇEKTA ön ve son test sonuçlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları

Son test- Ön test		Sıra Ort.	Sıra Top.	z	p
Negatif Sıra	7	7,93	55,5	-2,086*	,037
Pozitif Sıra	4	12,54	175,50		
Eşit	0	-	-		

*Negatif Sıralar temeline dayalı

Tablo 18’den görüldüğü gibi analiz sonuçları, örneklemdaki öğrencilerin Çekirdek Kimyası ünitesi tutum anketinden aldıkları uygulama öncesi ve sonrası puanları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($z=2.086$, $p<.05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamaları dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar yani son test lehinde olduğu görülmektedir.

3.2. Çekirdek Kimyası Ünitesi Kavram Testinden Elde Edilen Bulgular

Bu başlık altında çalışma kapsamında geliştirilen ÇEKÖRM’ün uygulanması öncesinde A ve G okullarındaki öğrencilerin üniteadaki kavramlar hakkında sahip oldukları yanılgıları belirlemek amacıyla örnekleme uygulanan ÇEKKAT’ın ön test sonuçlarından ve ÇEKÖRM’ün uygulanması sonrasında öğrencilerin sahip oldukları yanılgılardaki değişimi belirlemek amacıyla örnekleme uygulanan ÇEKKAT’ın son test sonuçlarından elde edilen bulgular ayrıntılı olarak sunulmuştur. Ayrıca ÇEKKAT’ın her bir bölümüne verilen cevaplar ayrı ayrı sunulmuştur.

A ve G okullarındaki öğrencilere ön ve son test olarak uygulanan ÇEKKAT’tan elde edilen bulgular araştırmanın ikinci alt problemine yöneliktir.

3.2.1. ÇEKKAT’ın Birinci Bölümünden Elde Edilen Bulgular

Bu başlık altında A ve G okullarındaki öğrencilerin, ön ve son test olarak uygulanan ÇEKKAT’ın 19 doğru-yanlış sorularını içeren birinci bölümüne verdikleri cevaplardan elde edilen bulgular yer almaktadır. A ve G okullarındaki öğrencilerin doğru-yanlış sorularına verdikleri doğru cevapların frekans ve yüzdesi hesaplanmış ve Tablo 19’da sunulmuştur.

Tablo 19. A ve G okulundaki öğrencilerin ÇEKKAT'ın birinci bölümüne verdikleri cevapların dağılımı

Test Maddeleri	Öğrenci doğru cevapları	A okulu		G okulu	
		Ön Test (N=14)	Son Test (N=14)	Ön Testi (N=21)	Son Test (N=21)
1	f	11	12	18	20
	%	78,5	85,71	85,71	95,23
2	f	12	14	21	20
	%	85,71	100	100	95,23
3	f	11	14	17	15
	%	78,5	100	80,95	71,42
4	f	9	9	10	14
	%	64,28	64,28	47,61	66,66
5	f	4	7	7	7
	%	28,57	50	33,33	33,33
6	f	5	8	4	6
	%	35,71	57,14	19,04	28,57
7	f	6	8	9	10
	%	42,85	57,14	42,85	47,61
8	f	11	13	19	18
	%	78,5	92,85	90,47	85,71
9	f	4	10	3	13
	%	28,57	71,42	14,28	61,90
10	f	3	3	7	9
	%	21,42	21,42	33,33	42,48
11	f	14	14	21	21
	%	100	100	100	100
12	f	14	14	20	21
	%	100	100	95,23	100
13	f	8	13	10	14
	%	57,14	92,85	47,61	66,66
14	f	3	14	8	18
	%	21,42	100	38,09	85,71
15	f	3	12	7	17
	%	21,42	85,71	33,33	80,95
16	f	4	13	5	18
	%	28,57	92,85	23,80	85,71
17	f	7	13	17	17
	%	50	92,85	80,95	80,95
18	f	-	7	-	11
	%	-	50	-	52,38
19	f	-	10	-	11
	%	-	71,42	-	52,38

ÇEKKAT'ın 11. ve 12. soruları radyasyonun canlılar üzerine etkileri ile ilgili anlamaları ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. Tablo 19'dan görüldüğü gibi A okulundaki öğrencilerin hepsi ön testte “radyasyon canlılar üzerinde çeşitli organ ve dokularda tahribata neden olabilir” ve “radyasyon canlılar üzerinde kalıtsal bozukluklara neden olabilir” ifadelerini doğru olarak işaretlemiş ve A okulundaki bütün öğrenciler tarafından bu ifadeleri içeren sırasıyla 11. ve 12. sorular doğru cevaplanmıştır. Her iki soru için doğru cevap yüzdesi %100'dür. Son testte de yine bu sorular A okulundaki öğrenciler tarafından doğru olarak işaretlenmiştir. G okulundaki öğrencilerin hepsi ise ön testte “proton pozitif yüklü, nötronlar yüksüz taneciklerdir” ve “radyasyon canlılar üzerinde çeşitli organ ve dokularda tahribata neden olabilir” ifadelerini doğru olarak işaretlemiş ve sırasıyla bu ifadeleri içeren 2. ve 11. sorular bütün öğrenciler tarafından doğru cevaplanmıştır. Bu soruların doğru cevap yüzdesi %100'dür. Son testte ise 2. soru öğrencilerin 20'si (%95,23), 11. soru ise 21'i (%100) tarafından doğru cevaplanmıştır.

ÇEKKAT'ın 18. ve 19. soruları atom altı tanecikler ve yarılanma süresi ile ilgili anlamaları ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. A ve G okullarındaki öğrencilerin hiçbirisi “pozitron antileptondur” ve “bir radyoaktif elementin yarılanma süresi ne kadar kısa ise, o radyoaktif element o kadar kararsızdır” ifadelerini içeren sırasıyla 18. ve 19. sorulara doğru seçeneğini işaretlememiş ve doğru cevap verememişlerdir. Son testte ise 18. soruya A okulundaki öğrencilerden 7'si, 19. soruya ise 10'u doğru seçeneğini işaretleyerek doğru cevaplamışlardır. 18. sorunun doğru cevap yüzdesi % 50, 19. sorunun ise % 71,42'dir. 18. ve 19. sorular G okulundaki öğrencilerden son testte 11'i tarafından doğru olarak cevaplandırılmıştır. Bu soruların doğru cevap yüzdesi %52,38'dir.

ÇEKKAT'ın 1., 2. ve 3. soruları atom çekirdeği ve atom altı tanecikler ile ilgili anlamaları ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. A okulundaki öğrencilerden ön testte 11'i “çekirdekte nötron ve elektron, orbitallerde ise protonlar vardır” ifadesini içeren 1.soruya yanlış seçeneğini işaretleyerek doğru cevap vermişlerdir. Bu soru ön testte öğrencilerin %78,5'i tarafından doğru cevaplandırılırken son testte %85,71'i tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Son testte doğru cevap veren öğrenci sayısı 12'dir. 1. soruya G okulundaki öğrencilerden ise ön testte 18'i yanlış seçeneğini işaretleyerek doğru cevap vermişlerdir. Bu soru ön testte öğrencilerin %85,71'i tarafından doğru cevaplandırılırken son testte %95,23'ü tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Son testte doğru cevap veren öğrenci sayısı 20'dir.

A okulundaki öğrencilerden ön testte 11'i "proton pozitif yüklü, nötronlar yüksüz taneciklerdir" ifadesini içeren 2. soruya doğru seçeneğini işaretleyerek doğru cevap vermişlerdir. Bu soru ön testte öğrencilerin %85,71'i tarafından doğru cevaplandırılırken son testte ise %100'ü tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Son testte doğru cevap veren öğrenci sayısı 14'dür.

A okulundaki öğrencilerden ön testte 11'i "nükleer reaksiyonlar atomun çekirdeğinde meydana gelir" ifadesini içeren 3. soruya doğru seçeneğini işaretleyerek doğru cevap vermişlerdir. Bu soru ön testte öğrencilerin %78,5'i tarafından doğru işaretlenirken son testte %100'ü tarafından doğru işaretlenmiştir. Son testte doğru cevap veren öğrenci sayısı 14'dür. 3. soruya G okulundaki öğrencilerden ise ön testte 17'si doğru seçeneğini işaretleyerek doğru cevap vermişlerdir. Bu soru ön testte öğrencilerin %80,95'i tarafından doğru cevaplandırılırken son testte %71,42'si tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Son testte doğru cevap veren öğrenci sayısı 15'dir.

ÇEKKAT'ın 4. sorusu radyoaktif element ve özellikleri ile ilgili anlamaları ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. A okulundaki öğrencilerden ön testte 9'u "radyoaktif elementler bileşik oluşturduğunda radyoaktif özelliklerini kaybeder" ifadesini içeren 4. soruya yanlış seçeneğini işaretleyerek doğru cevap vermişlerdir. Bu soruya ön testte öğrencilerin %64,28'i tarafından doğru cevaplandırılırken son testte de yine %64,28'i tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Son testte doğru cevap veren öğrenci sayısı yine 9'dur. 4. soruya G okulundaki öğrencilerden ise ön testte 10'u yanlış seçeneğini işaretleyerek doğru cevap vermişlerdir. Bu soru ön testte öğrencilerin %47,61'i tarafından doğru cevaplandırılırken son testte ise %66,66'sı tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Son testte doğru cevap veren öğrenci sayısı 14'tür.

ÇEKKAT'ın 5. ve 6. soruları yarılanma süresi ile ilgili anlamaları ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. A okulundaki öğrencilerden ön testte 4'ü "izotop atomların yarılanma süreleri aynıdır" ifadesini içeren 5. soruya yanlış seçeneğini işaretleyerek doğru cevap vermişlerdir. Bu soru ön testte öğrencilerin %28,57'si tarafından doğru cevaplandırılırken son testte %50'si tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Son testte doğru cevap veren öğrenci sayısı 7'dir. 5. soruya G okulundaki öğrencilerden ise ön testte 7'si yanlış seçeneğini işaretleyerek doğru cevap vermişlerdir. Bu soru ön testte öğrencilerin %33,33'ü tarafından doğru cevaplandırılırken son testte yine %33,33'ü tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Son testte doğru cevap veren öğrenci sayısı yine 7'dir.

A okulundaki öğrencilerden ön testte 5’i “radyoaktif madde yarılandığında kütlesi azalacağı için yarı ömrü de azalır” ifadesini içeren 6. soruya yanlış seçeneğini işaretleyerek doğru cevap vermişlerdir. Bu soru ön testte öğrencilerin %35,71’i tarafından doğru cevaplandırılırken son testte %57,14’ü tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Son testte doğru cevap veren öğrenci sayısı 8’dir. 6. soruya G okulundaki öğrencilerden ise ön testte 4’ü yanlış seçeneğini işaretleyerek doğru cevap vermişlerdir. Bu soru ön testte öğrencilerin %19,04’ü tarafından doğru cevaplandırılırken son testte %28,57’si tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Son testte doğru cevap veren öğrenci sayısı 6’dır.

ÇEKKAT’ın 7. ve 8. soruları radyoaktif element ve özellikleri ile ilgili anlamaları ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. A okulundaki öğrencilerden ön testte 6’sı “radyoaktif elementlerin ışıma hızları, maddelerin fiziksel hallerine bağlı değildir” ifadesini içeren 7. soruya doğru seçeneğini işaretleyerek doğru cevap vermişlerdir. Bu soru ön testte öğrencilerin %42,85’i tarafından doğru cevaplandırılırken son testte %57,14’ü tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Son testte doğru cevap veren öğrenci sayısı 8’dir. 7. soruya G okulundaki öğrencilerden ise ön testte 9’u doğru seçeneğini işaretleyerek doğru cevap vermişlerdir. Bu soru ön testte öğrencilerin %42,85’i tarafından doğru cevaplandırılırken son testte %47,61’i tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Son testte doğru cevap veren öğrenci sayısı 10’dur.

A okulundaki öğrencilerden ön testte 11’i “radyoaktif bir elementin birim zamanda yaydığı ışıma miktarı, elementin cinsine, atom sayısına ve bozunma hızına bağlıdır” ifadesini içeren 8. soruya doğru seçeneğini işaretleyerek doğru cevap vermişlerdir. Bu soru ön testte öğrencilerin %78,5’i tarafından doğru cevaplandırılırken son testte %92,85’i tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Son testte doğru cevap veren öğrenci sayısı 13’tür. 8. soruya G okulundaki öğrencilerden ise ön testte 19’u doğru seçeneğini işaretleyerek doğru cevap vermişlerdir. Bu soru ön testte öğrencilerin %90,47’si tarafından doğru cevaplandırılırken son testte %85,71’i tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Son testte doğru cevap veren öğrenci sayısı 18’dir.

ÇEKKAT’ın 9. ve 10. soruları yapay çekirdek tepkimeleri ile ilgili anlamaları ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. A okulundaki öğrencilerden ön testte 4’ü “hidrojen bombası fisyon tepkimelerine iyi bir örnektir” ifadesini içeren 9. soruya yanlış seçeneğini işaretleyerek doğru cevap vermişlerdir. Bu soru ön testte öğrencilerin %28,57’si tarafından doğru cevaplandırılırken son testte %71,42’si tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Son testte doğru cevap veren öğrenci sayısı 10’dur. 9. soruya G okulundaki öğrencilerden ise

ön testte 3'ü yanlış seçeneğini işaretleyerek doğru cevap vermişlerdir. Bu soru ön testte öğrencilerin %14,28'si tarafından doğru cevaplandırılırken son testte %61,90'ı tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Son testte doğru cevap veren öğrenci sayısı 13'tür.

A okulundaki öğrencilerden ön testte 3'ü “fısyon tepkimeleri sadece çekirdeğin proton, nötron ve alfa gibi taneciklerle bombardıman edilmesiyle gerçekleşir” ifadesini içeren 10. soruya yanlış seçeneğini işaretleyerek doğru cevap vermişlerdir. Bu soru ön testte öğrencilerin %21,42'si tarafından doğru cevaplandırılırken son testte de yine %21,42'si tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Son testte doğru cevap veren öğrenci sayısı yine 3'tür. 10. soruya G okulundaki öğrencilerden ise ön testte 7'si yanlış seçeneğini işaretleyerek doğru cevap vermişlerdir. Bu soru ön testte öğrencilerin %33,33'ü tarafından doğru cevaplandırılırken son testte ise %42,48'i tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Son testte doğru cevap veren öğrenci sayısı 9'dur

G okulundaki öğrencilerden ön testte 20'si “radyasyon canlılar üzerinde kalıtsal bozukluklara neden olabilir” ifadesini içeren 12. soruya doğru seçeneğini işaretleyerek doğru cevap vermişlerdir. Bu soru ön testte öğrencilerin %95,23'ü tarafından doğru cevaplandırılırken son testte ise %100'ü tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Son testte doğru cevap veren öğrenci sayısı 21'dir.

ÇEKKAT'ın 13. sorusu radyoaktif maddelerin kullanım alanları ile ilgili anlamaları ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. A okulundaki öğrencilerden ön testte 8'i “radyoaktif maddelerin yarılanma süresinin sabit olması gerçeğinden yola çıkarak bu maddeler arkeolojik sanat eserlerinin yaşlarının tayininde kullanılmaktadır” ifadesini içeren 13. soruya doğru seçeneğini işaretleyerek doğru cevap vermişlerdir. Bu soru ön testte öğrencilerin %57,14'ü tarafından doğru cevaplandırılırken son testte ise %92,85'i tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Son testte doğru cevap veren öğrenci sayısı 13'tür. 13. soruya G okulundaki öğrencilerden ise ön testte 10'u doğru seçeneğini işaretleyerek doğru cevap vermişlerdir. Bu soru ön testte öğrencilerin %47,61'i tarafından doğru cevaplandırılırken son testte ise %66,66'sı tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Son testte doğru cevap veren öğrenci sayısı 14'tür.

ÇEKKAT'ın 14., 15., 16. ve 17. soruları atom çekirdeği ve atom altı tanecikler ile ilgili anlamaları ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. A okulundaki öğrencilerden ön testte 3'ü “kuarkların ve leptonların antikuark ve antileptonları bulunmaktadır” ifadesini içeren 14. soruya doğru seçeneğini işaretleyerek doğru cevap vermişlerdir. Bu soru ön testte öğrencilerin %21,42'si tarafından doğru cevaplandırılırken son testte ise %100'ü

tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Son testte doğru cevap veren öğrenci sayısı yine 14'tür. 14. soruya G okulundaki öğrencilerden ise ön testte 8'i doğru seçeneğini işaretleyerek doğru cevap vermişlerdir. Bu soru ön testte öğrencilerin %38,09'u tarafından doğru cevaplandırılırken son testte de %85,71'i tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Son testte doğru cevap veren öğrenci sayısı 18'dir.

A okulundaki öğrencilerden ön testte 3'ü "leptonlar temel parçacıklardır" ifadesini içeren 15. soruya doğru seçeneğini işaretleyerek doğru cevap vermişlerdir. Bu soru ön testte öğrencilerin %21,42'si tarafından doğru cevaplandırılırken son testte de %85,71'i tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Son testte doğru cevap veren öğrenci sayısı 12'dir. 15. soruya G okulundaki öğrencilerden ise ön testte 7'si doğru seçeneğini işaretleyerek doğru cevap vermişlerdir. Bu soru ön testte öğrencilerin %33,33'ü tarafından doğru cevaplandırılırken son testte ise %80,95'i tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Son testte doğru cevap veren öğrenci sayısı 17'dir.

A okulundaki öğrencilerden ön testte 4'ü "proton ve nötronlar kuarklardan oluşur ve temel parçacık sayılmazlar" ifadesini içeren 16. soruya doğru seçeneğini işaretleyerek doğru cevap vermişlerdir. Bu soru ön testte öğrencilerin %28,57'si tarafından doğru cevaplandırılırken son testte ise %92,85'i tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Son testte doğru cevap veren öğrenci sayısı yine 13'dür. 16. soruya G okulundaki öğrencilerden ise ön testte 5'i doğru seçeneğini işaretleyerek doğru cevap vermişlerdir. Bu soru ön testte öğrencilerin %23,80'i tarafından doğru cevaplandırılırken son testte ise %85,71'i tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Son testte doğru cevap veren öğrenci sayısı yine 18'dir.

A okulundaki öğrencilerden ön testte 7'si "elektronlar lepton ailesinden olup temel parçacık olarak kabul edilirler" ifadesini içeren 17. soruya doğru seçeneğini işaretleyerek doğru cevap vermişlerdir. Bu soru ön testte öğrencilerin %50'si tarafından doğru cevaplandırılırken son testte ise %92,85'i tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Son testte doğru cevap veren öğrenci sayısı 13'tür. 17. Soruya G okulundaki öğrencilerden ise ön testte 17'si tarafından doğru olarak işaretlenmiş ve bu ifadeyi içeren 17. soruya doğru seçeneğini işaretleyerek doğru cevap vermişlerdir. Bu soru ön testte öğrencilerin %80,95'i tarafından doğru cevaplandırılırken son testte yine %80,95'i tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Son testte doğru cevap veren öğrenci sayısı yine 17'dir.

3.2.2. ÇEKKAT'ın İkinci Bölümünden Elde Edilen Bulgular

Bu başlık altında A ve G okullarındaki öğrencilerin ön-son test olarak ÇEKKAT'ın iki aşamalı 3 sorusundan (20, 21 ve 22) oluşan ikinci bölümüne verdiği cevaplardan elde edilen bulgular yer almaktadır. Öğrenci cevapları kategorileştirilmiş ve verilen cevapların yüzdeleri aynı tabloda sunulmuştur. A ve G okulundaki öğrencilerin ön-son testteki doğal ve yapay radyoaktif kaynaklarla ilgili 20. soruya verdikleri cevapların dağılımı Tablo 20'de sunulmuştur.

Tablo 20. A ve G okulundaki öğrencilerin ÇEKKAT'ın 20. sorusuna verdiklerin cevapların dağılımı

Kategoriler	A Okulu (N=14)				G Okulu (N=21)			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	F	%
DS-DN	2	14,28	8	57,14	-	-	13	61,90
DS-KDN	5	35,71	4	28,57	-	-	7	33,33
YS-DN	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDN	-	-	-	-	-	-	-	-
DS-AKN	4	28,57	-	-	-	-	-	-
DS-YN	-	-	-	-	-	-	1	4,76
DS-B	2	14,28	1	7,14	9	42,85	-	-
YS-AKN	1	7,14	-	-	-	-	-	-
YS-YN	-	-	-	-	1	4,76	-	-
YS- B	-	-	1	7,14	11	52,38	-	-
B-B	-	-	-	-	-	-	-	-

ÇEKKAT'ın 20. sorusu doğal ve yapay radyoaktiflik ile ilgili anlamaları ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. ÇEKKAT'ın 20. sorusunda öğrencilere “toprakta bulunan radon gazı, nükleer atıklar, vücudumuzdaki radyoizotoplar ve cep telefonlarından” hangisi ya da hangilerinin doğal radyoaktif kaynaklardan olmadığı sorulmuştur. Bu sorunun ilk aşamasında öğrencilerden “nükleer atıklar ve cep telefonları” şikkını işaretlemeleri beklenmektedir. Sorunun ikinci aşamasında ise öğrencilerden “nükleer atıklar ve cep telefonları doğal radyoaktif kaynak olmadıklarını bu radyoaktif kaynakların yapay radyoaktif kaynak olduklarını” belirtmeleri beklenmektedir. Tablo 20'den görüldüğü gibi ön testte A okulundaki öğrencilerden 2'si (%14,28) DS-DN, 5'i (%35,71) DS-KDN, 4'ü (%28,57) DS-AKN, 2'si (%14,28) DS-B ve 1'i (%7,14) YS-AKN kategorilerine giren

cevaplar vermişlerdir. Soruya DS-KDN kategorisinde cevap veren öğrencilerin cevabı; “Bunlar doğal değildirler, sonradan meydana gelmişlerdir.” şeklindedir. Ö6, Ö7, Ö9 ve Ö14 sorunun ilk aşamasında doğru seçeneği işaretlemiş ancak sorunun ikinci aşamasında alternatif kavramları da içeren cevaplar vermişlerdir. Bu kategoriye giren öğrenci cevapları; “Nükleer atıklar ve cep telefonları doğal radyoaktif kaynaklardır.” şeklindedir. DS-B kategorisinde cevap veren Ö3 ve Ö8 sorunun ikinci aşamasını boş bırakmışlardır. YS-AKN kategorisinde cevap veren Ö4, sorunun ilk aşamasında toprakta bulunan radon gazı ve vücudumuzdaki radyoizotopları işaretlemiştir. Sorunun ikinci aşamasına ise Ö4 “Toprakta bulunan radon gazı doğal ve vücudumuzdaki radyoizotoplar yapay radyoaktif kaynaklardır.” şeklinde cevap vermiştir. 20. soruya son testte ise A okulundaki öğrencilerden 8’i (%57,14) DS-DN, 4’ü (%28,57) DS-KDN, 1’i (%7,14) DS-B ve 1’i (%7,14) YS-B kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. Soruya DS-KDN kategorisinde cevap veren öğrencilerin cevabı; “İnsanlar tarafından oluşturulan kaynaklardır, doğal çevrede bulunmaları mümkün değildir.” şeklindedir. Ö8 sorunun ilk aşamasından doğru seçeneği işaretlemiş ancak sorunun ikinci aşamasına ilişkisiz neden yazmıştır. DS-B kategorisine giren Ö8’in cevabı “Nükleer atıklar ve cep telefonlarında ısımlar girenlerdedir.” şeklindedir. YS-YN kategorisinde cevap veren Ö9, sorunun ilk aşamasında toprakta bulunan radon gazı ve vücudumuzdaki radyoizotopları işaretlemiştir. Sorunun ikinci aşamasında ise Ö9 “Radyoizotoplar doğada bulunmaz.” şeklinde cevap vermiştir.

Tablo 20’den görüldüğü gibi ön testte G okulundaki öğrencilerden 9’u (%42,85) DS-B, 11’i (%52,38) YS-B ve 1’i (%4,76) YS-YN kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. Soruya YS-YN kategorisinde cevap veren Ö18’in cevabı; “Nükleer atıklar doğal radyoaktif kaynaklardır.” şeklindedir. 20. soruya son testte ise G okulundaki öğrencilerden 13’ü (%61,90) DS-DN, 7’si (%33,33) DS-KDN ve 1’i (%4,76) DS-YN kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. Soruya DS-KDN kategorisinde cevap veren öğrenci cevaplarına örnek; “Doğada kendiliğinden bulunmayan radyoaktif kaynaklırlar.” şeklindedir. Ö15, sorunun ilk aşamasından doğru seçeneği işaretlemiş ancak sorunun ikinci aşamasına yanlış neden yazmıştır. DS-YN kategorisine giren Ö15’in cevabı “Kendiliğinden o ortamda bulunurlar, herhangi bir etkiye maruz kalmazlar.” şeklindedir.

A ve G okullarındaki öğrencilerin ön-son testteki doğal ve yapay radyoaktif kaynaklarla ilgili 21. soruya verdikleri cevapların dağılımı Tablo 21’de sunulmuştur.

Tablo 21. A ve G okulundaki öğrencilerin ÇEKKAT’ın 21. sorusuna verdiklerin cevapların dağılımı

Kategoriler	A Okulu (N=14)				G Okulu (N=21)			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DN	5	35,71	8	57,14	-	-	17	80,95
DS-KDN	5	35,71	4	28,57	-	-	1	4,76
YS-DN	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDN	-	-	-	-	-	-	1	4,76
DS-AKN	-	-	-	-	-	-	-	-
DS-YN	1	7,14	-	-	-	-	-	-
DS-B	3	21,42	1	7,14	9	42,85	2	9,52
YS-AKN	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-YN	-	-	1	7,14	-	-	-	-
YS-B	1	7,14	-	-	12	57,14	-	-
B-B	-	-	-	-	-	-	-	-

ÇEKKAT’ın 21. sorusu doğal ve yapay radyoaktiflik ile ilgili anlamaları ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. ÇEKKAT’ın 21. sorusunda öğrencilere “elektronik cihazlar, dış uzaydan gelen kozmik ışınlar ve nükleer denemelerden” hangisi ya da hangilerinin yapay radyoaktif kaynaklardan olmadığı sorulmuştur. Bu sorunun ilk aşamasında öğrencilerin “dış uzaydan gelen kozmik ışınlar” şıkkını işaretlemeleri beklenmektedir. Sorunun ikinci aşamasında ise öğrencilerden “dış uzaydan gelen kozmik ışınların doğal radyoaktif kaynak olduğunu” belirtmeleri beklenmektedir. Tablo 21’den görüldüğü gibi ön testte A okulundaki öğrencilerden 5’i (%35,71) DS-DN, 5’i (%28,57) DS-KDN, 3’ü (%21,42) DS-B ve 1’i (%7,14) YS-B kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. Soruya DS-KDN kategorisinde cevap veren öğrencilerin cevabı; “Dış uzaydan gelen kozmik ışınlar yapay kaynak değildir.” ve “Elektronik cihazlar ve nükleer denemeler yapay radyoaktif kaynaklardır.” şeklindedir. Ö3, Ö5 ve Ö8 bu sorunun ilk aşamasını doğru cevaplarırken ikinci aşamasını boş bırakmışlardır. Ö14 sorunun ilk aşamasında yanlış seçeneği işaretlemiş ve sorunun ikinci aşamasını boş bırakmıştır. 21. soruya son testte ise A okulundaki öğrencilerden 8’i (%57,14) DS-DN, 4’ü (%28,57) DS-KDN, 1’i (%7,14) DS-B ve 1’i (%7,14) YS-YN kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. Soruya DS-KDN kategorisinde cevap veren öğrencilerin cevabı; “İnsanlar tarafından oluşturulmamıştır, kendiliğinden oluşmuştur.” şeklindedir. Ö9 sorunun ilk aşamasında doğru şıkkı işaretlemiş ancak ikinci aşamasına yanlış neden yazmıştır. DS-YN kategorisine giren Ö9’un cevabı;

“Uzaydaki ışımalardır, dünyamıza ulaşmaz.” şeklindedir. Ö5 ve Ö8 sorunun ilk aşamasında doğru şıkkı işaretlerken ikinci aşamasında ilişkisiz neden yazmışlardır. DS-B kategorisine giren Ö5’in cevabı; “Uzaydan gelen kozmik ışınlar diğer gezegenlerden gelir, diğer gezegenler enerjilerini yaymak için çeşitli bozunmalar yaparlar, kozmik ışınlar dünyamıza gelir, örneğin; güneş.” Ö8’in cevabı ise; “Elektronik cihazlar ve nükleer denemelerde ışıma olmaz.” şeklindedir.

Tablo 21’den görüldüğü gibi ön testte G okulundaki öğrencilerden 9’u (%42,85) DS-B ve 12’si (%57,14) YS-B kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. Bu öğrenciler sorunun ikinci aşamasının boş bırakmışlardır. 21. soruya son testte ise G okulundaki öğrencilerden 17’si (%80,95) DS-DN, 1’i (%4,76) DS-KDN, 1’i (%4,76) YS-KDN ve 2’si (%9,52) DS-B kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. Soruya DS-KDN kategorisinde cevap veren Ö31’in cevabı; “Doğada kendiliğinden bulunur.” şeklindedir. Ö19 ve Ö32 sorunun ilk aşamasında doğru şıkkı işaretlerken ikinci aşamasında ilişkisiz neden yazmışlardır. YS-KDN kategorisinde cevap veren Ö15 sorunun ilk aşamasında dış uzaydan gelen kozmik ışınlar ve nükleer denemeler şıkkını işaretlemiştir. Sorunun ikinci aşamasına ise Ö15 “Yapay dediği doğada bulunmayan olduğu içindir.” şeklinde cevap vermiştir.

A ve G okullarındaki öğrencilerin ön-son testteki ÇEKKAT’ın 22. sorusuna verdikleri cevapların dağılımı Tablo 22’de sunulmuştur.

Tablo 22. A ve G okulundaki öğrencilerin ÇEKKAT’ın 22. sorusuna verdiklerin cevapların dağılımı

Kategoriler	A Okulu (N=14)				G Okulu (N=21)			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DN	-	-	3	21,42	-	-	2	9,52
DS-KDN	1	7,14	-	-	-	-	5	23,80
YS-DN	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDN	-	-	-	-	-	-	1	4,76
DS-AKN	-	-	-	-	-	-	-	-
DS-YN	-	-	-	-	-	-	-	-
DS-B	-	-	-	-	10	47,61	2	9,52
YS-AKN	3	21,42	10	71,42	-	-	3	14,28
YS-YN	1	7,14	1	7,14	1	4,76	7	33,33
YS- B	9	64,28	-	-	10	47,61	1	4,76
B-B	-	-	-	-	-	-	-	-

ÇEKKAT'ın 22. sorusu radyoaktif madde ve özellikleri ile ilgili anlamaları ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. ÇEKKAT'ın 22. sorusunda öğrencilere, “Çernobil Nükleer kazası sonucu oluşan radyoaktif sızıntıların etkilerinin devam etmesinin ne ile açıklanabileceği” sorulmuştur. Bu sorunun ilk aşamasında öğrencilerden “yarılanma ömrü” şıkkını işaretlemeleri beklenmektedir. Sorunun ikinci aşamasında ise öğrencilerden “radyoaktif maddelerin yarılanma ömrü ile bu maddelerin etkilerinin devam etmesinin ilişkili olduğunu, madde miktarı ve maddelerin fiziksel hallerinin radyoaktif maddelerin etkisinin devam etmesi ile ilişkili olmadığını” belirtmeleri bekleniyordu. Tablo 22'den görüldüğü gibi ön testte A okulundaki öğrencilerden 1'i (%7,14) DS-KDN, 3'ü (%21,42) YS-AKN, 1'i (%7,14) YS-YN ve 9'u (%64,28) YS-B kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. Soruya DS-KDN kategorisinde cevap veren öğrencilerin cevabı; “Radyoaktif maddeler belli bir zamanla bölünürler, bu bölünme devam eder ve maddede bu şekilde doğada bitmediği için etkisi devam eder.” şeklindedir. YS-AKN kategorisinde cevap veren öğrenci cevapları “Radyoaktif maddelerin doğada bulunmaları yarı ömür ve madde miktarları ile ilişkilidir, ne kadar fazla madde varsa doğada o kadar uzun süre kalır.”, “Yarılanma ömrü ve miktarı ile ilişkilidir.”, “Doğada uzun süre kalması yarılanma ömrüne ve maddenin miktarına bağlıdır.” şeklindedir. YS-YN kategorisindeki Ö7'nin cevabı; “Radyoaktif maddelerin etkilerinin devam etmesi maddelerin fiziksel halleri ile ilişkilidir. Çünkü gaz halindeki radyoaktif maddeleri insanlar solunum ile bünyelerine alırlar, böylece maddelerin etkileri nesiller boyunca devam eder.” şeklindedir. 22. soruya son testte ise A okulundaki öğrencilerden 3'ü (%21,42) DS-DN, 10'u (%71,42) YS-AKN ve 1'i (%7,14) YS-YN kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. YS-AKN kategorisine giren öğrenci cevaplarına örnek olarak; “Madde miktarı ve yarılanma ömrü ile ilişkilidir çünkü yarilandıkça doğada kalma süresi uzar ve miktarı da buna bağlıdır.” ve “Yarılanma ömrü, madde miktarı ve fiziksel haline bağlıdır, her üçü de etkili olabilir.” verilebilir. YS-YN kategorisine giren Ö5'in cevabı; “Radyoaktif maddelerin doğada uzun süre bulunması ve etkilerinin devam etmesi madde miktarı ve fiziksel haline bağlıdır.” şeklindedir. Tablo 22'den görüldüğü gibi ön testte G okulundaki öğrencilerden 10'u (%47,61) DS-B, 1'i (%4,61) YS-YN ve 10'u (%47,61) YS-B kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. Soruya YS-YN kategorisinde cevap veren Ö18'in cevabı; “Radyoaktif maddelerin miktarı ile doğada bulunma süreleri ilişkilidir.” şeklindedir. 22. Soruya son testte G okulundaki öğrencilerden 2'si (%9,52) DS-DN, 5'i (%23,80) DS-KDN, 1'i (%4,76) YS-KDN, 2'si

(%9,52) DS-B, 3'ü (%14,28) YS-AKN, 7'si (%33,33) YS-YN ve 1'i (%4,76) YS-B kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. YS-KDN kategorisine giren Ö17'nin cevabı; "Radyoaktif maddenin yarılanma ömrü ve fiziksel hali etkisinin devam etmesi ile ilgilidir." şeklindedir. YS-AKN kategorisine giren öğrenci cevapları; "Yarı ömür ve madde miktarıdır." ve "Maddenin miktarı ne kadar fazla ise o kadar etkisi uzun sürer, maddenin yarılanma ömrü ne kadar uzun ise etkisi o kadar uzun sürer." şeklindedir. YS-YN kategorisine giren öğrenci cevapları; "Radyoaktif maddenin miktarı etki süresini etkiler." ve "Fiziksel hali ile ilgilidir." ve "Fiziksel hali ve miktarı ile açıklanabilir." şeklindedir.

3.2.3. ÇEKKAT'ın Üçüncü Bölümünden Elde Edilen Bulgular

Bu başlık altında A ve G okullarındaki öğrencilerin ön ve son test olarak ÇEKKAT'ın 11 boşluk doldurma sorularından (23-33) oluşan üçüncü bölümüne verdiği cevaplardan elde edilen bulgular yer almaktadır. A ve G okullarındaki öğrencilerin boşluk doldurma sorularına verdikleri doğru cevapların frekans ve yüzdesi hesaplanmış ve Tablo 23'te sunulmuştur.

Tablo 23. A ve G okullarındaki öğrencilerin ÇEKKAT'ın üçüncü bölümüne verdikleri cevapların dağılımı

Test Maddeleri	Öğrenci doğru cevapları	A okulu		G okulu	
		Ön Test (N=14)	Son Test (N=14)	Ön Test (N=21)	Son Test (N=21)
23	f	13	7	14	9
	%	92,85	50	66,66	42,85
24	f	13	12	14	16
	%	92,85	85,71	66,66	76,19
25	f	-	12	2	6
	%	-	85,71	9,52	28,57
26	f	8	11	10	18
	%	57,14	78,57	47,61	85,71
27	f	9	13	9	17
	%	64,28	92,85	42,85	80,95
28	f	6	10	8	15
	%	42,85	71,42	38,09	71,42
29	f	10	10	12	14
	%	71,42	71,42	57,14	66,66
30	f	2	8	-	8
	%	14,28	57,14	-	38,09
31	f	2	8	1	19
	%	14,28	57,14	4,76	90,47
32	f	5	11	1	16
	%	35,71	78,57	4,76	76,19
33	f	5	7	8	11
	%	35,71	50	38,09	52,38

ÇEKKAT'ın 23. sorusu radyoaktivite ile ilgili anlamaları ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. ÇEKKAT'ın 23. sorusunda öğrencilere “bazı maddelerin alfa, beta ve gama gibi ışınları yayma özelliğine ne ad verildiği” sorulmuştur. Bu soruda öğrencilerden “radyoaktivite” seçeneğini içeren “I” şıkkını işaretlemeleri bekleniyordu. Tablo 23'ten görüldüğü gibi 23. soru ön testte A okulundaki öğrencilerin 13'ü (%92,85), son testte ise 7'si (%50) tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Bu soru G okulundaki öğrencilerin ön testte 14'ü (%66,66), son testte ise 9'u (%42,85) tarafından doğru cevaplandırılmıştır.

ÇEKKAT'ın 24. sorusu radyoaktif element ile ilgili anlamaları ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. ÇEKKAT'ın 24. sorusunda öğrencilere “alfa, beta ve gama gibi ışınları kendiliğinden yayabilen elementlere ne ad verildiği” sorulmuştur. Bu soruda öğrencilerden “radyoaktif element” seçeneğini içeren “j” şıkkını işaretlemeleri bekleniyordu. Tablo 23'ten görüldüğü gibi 24. soru ön testte A okulundaki öğrencilerin 13'ü (%92,85) son testte ise 12'si (%85,71) tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Bu soru G okulundaki öğrencilerin ön testte 14'ü (%66,66) son testte ise 16'sı (%76,19) tarafından doğru cevaplandırılmıştır.

ÇEKKAT'ın 25. sorusu radyoaktif bozunma ile ilgili anlamaları ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. ÇEKKAT'ın 25. sorusunda öğrencilere “çekirdekleri kararlı olmayan izotopların alfa, beta, gama gibi ışınlar yaparak daha kararlı elementlere dönüşmesine ne ad verildiği” sorulmuştur. Bu soruda öğrencilerden “radyoaktif bozunma” seçeneğini içeren “g” şıkkını işaretlemeleri bekleniyordu. Tablo 23'ten görüldüğü gibi 25. soruya ön testte A okulundaki öğrencilerden hiçbiri doğru cevap veremezken son testte ise bu soru öğrencilerin 12'si (%85,71) tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Bu soru G okulundaki öğrencilerin ön testte 2'si (%9,52) son testte ise 6'sı (%28,57) tarafından doğru cevaplandırılmıştır.

ÇEKKAT'ın 26. sorusu füzyon ile ilgili anlamaları ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. ÇEKKAT'ın 26. sorusunda öğrencilere “atom numarası küçük olan ve kararlılığı az olan çekirdeklerin, birleşerek kararlı ve atom numarası büyük çekirdekler oluşturmalarına ne ad verildiği” sorulmuştur. Bu soruda öğrencilerden “füzyon” seçeneğini içeren “c” şıkkını işaretlemeleri bekleniyordu. Tablo 23'ten görüldüğü gibi 26. soru ön testte öğrencilerin 8'i (%57,14) son testte ise 11'i (%78,57) tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Bu soru G okulundaki öğrencilerin ön testte 10'u (%47,61), son testte ise 18'i (%85,71) tarafından doğru cevaplandırılmıştır.

ÇEKKAT'ın 27. sorusu fisyon ile ilgili anlamaları ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. ÇEKKAT'ın 27. sorusunda öğrencilere “büyük ve kararsız çekirdekler kararlı çekirdeklere bölünmesi olayına ne ad verildiği” sorulmuştur. Bu soruda öğrencilerden “fisyon” seçeneğini içeren “d” şıkkını işaretlemeleri bekleniyordu. Tablo 23'ten görüldüğü gibi 27. soru ön testte öğrencilerin 9'u (%42,85) son testte ise 17'si (%80,95) tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Bu soru G okulundaki öğrencilerin ön testte 9'u (%42,85) son testte ise 17'si (%80,95) tarafından doğru cevaplandırılmıştır.

ÇEKKAT'ın 28. sorusu füzyon ile ilgili anlamaları ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. ÇEKKAT'ın 28. sorusunda öğrencilerin füzyon tepkimelerine iyi bir örnek sorulmuştur. Bu soruda öğrencilerden “hidrojen bombası” seçeneğini içeren “a” şıkkını işaretlemeleri bekleniyordu. Tablo 23'ten görüldüğü gibi 28. soru ön testte öğrencilerin 6'sı (%42,85) son testte ise 10'u (%71,42) tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Bu soru G okulundaki öğrencilerin ön testte 8'i (%38,09) son testte ise 15'i (%71,42) tarafından doğru cevaplandırılmıştır.

ÇEKKAT'ın 29. sorusu nükleer enerji ile ilgili anlamaları ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. ÇEKKAT'ın 29. sorusunda öğrencilere “kütle numarası küçük olan atomların kaynaşarak daha büyük kütle numaralı atomlara dönüşmesinde ya da kütle numarası 56'dan büyük olan atomların parçalanarak küçük atomlara dönüşmesinde açığa çıkan enerjiye ne ad verildiği” sorulmuştur. Bu soruda öğrencilerden “nükleer enerji” seçeneğini içeren “f” şıkkını işaretlemeleri bekleniyordu. Tablo 23'ten görüldüğü gibi 29. soruya ön testte öğrencilerin 10'u (%71,42) son testte ise yine 10'u (%71,42) tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Bu soru G okulundaki öğrencilerin ön testte 12'si (%57,14) son testte ise 14'ü (%66,66) tarafından doğru cevaplandırılmıştır.

ÇEKKAT'ın 30. sorusu aktiflik ve birimi ile ilgili anlamaları ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. ÇEKKAT'ın 30. sorusunda öğrencilere “saniyede $3,7 \times 10^{10}$ olarak tanımlanan aktiflik biriminin ne olduğu” sorulmuştur. Bu soruda öğrencilerden “cuire” seçeneğini içeren “s” şıkkını işaretlemeleri bekleniyordu. Tablo 23'ten görüldüğü gibi 30. soru ön testte öğrencilerin 2'si (%14,28) son testte ise 8'i (%57,14) tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Bu soruya G okulundaki öğrencilerin hiçbiri ön testte doğru cevap veremezken son testte ise soru öğrencilerin 8'i (%38,09) tarafından doğru cevaplandırılmıştır.

ÇEKKAT'ın 31., 32. ve 33 soruları biyolojik eşdeğer doz ve birimi ile ilgili anlamaları ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. ÇEKKAT'ın 31. sorusunda öğrencilere “Q x

soğurulan dozun ne ifade ettiği” sorulmuştur. Bu soruda öğrencilerden “biyolojik eşdeğer doz” seçeneğini içeren “k” şıkkını işaretlemeleri bekleniyordu. Tablo 23’ten görüldüğü gibi 31. soru ön testte öğrencilerin 2’si (%14,28) son testte ise 8’i (%57,14) tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Bu soru G okulundaki öğrencilerin ön testte 1’i (%4,76) son testte ise 19’u (%90,47) tarafından doğru cevaplandırılmıştır.

ÇEKKAT’ın 32. ve 33. sorularında öğrencilerden “biyolojik eşdeğer doz birimlerinin ne olduğu” sorulmuştur. Bu sorularda öğrencilerden ‘rem’ ve ‘sievert’ seçeneğini içeren “v” ve “y” şıklarını işaretlemeleri bekleniyordu. Tablo 23’ten görüldüğü gibi 32. ve 33 soruların her ikisi de ön testte öğrencilerin 5’i (%35,71) tarafından doğru cevaplandırılırken son testte 32. soru 11’i (%78,57), 33. soru ise 8’i (%57,14) tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Tablo 23’ten görüldüğü gibi 32. soru ön testte G okulundaki öğrencilerin 1’i (%4,76) son testte ise 16’sı (%76,19) tarafından doğru cevaplandırılmıştır. 33. soru ise ön testte G okulundaki öğrencilerin 8’i (%38,09) son testte 11’i (%52,38) tarafından doğru cevaplandırılmıştır.

3.2.4. ÇEKKAT’ın Dördüncü Bölümünden Elde Edilen Bulgular

Bu başlık altında A ve G okullarındaki öğrencilerin ön-son test olarak uygulanan ÇEKKAT’ın dördüncü bölümünde yer alan açık uçlu 2 soruya (34 ve 35) verdikleri cevaplardan elde edilen bulgular yer almaktadır. Tablo 24’de A ve G okullarındaki öğrencilerin ÇEKKAT’ın 34. sorusuna verdikleri cevapların dağılımı verilmektedir.

Tablo 24. A ve G okullarındaki öğrencilerin ÇEKKAT’ın 34. sorusuna verdikleri cevapların dağılımı

Anlama düzeyleri	A Okulu				G Okulu			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%
TA	-	-	-	-	-	-	4	19,04
KA	-	-	8	57,14	-	-	12	57,14
KA-BSAK	-	-	1	7,14	-	-	1	4,76
AK	-	-	2	14,28	-	-	1	4,76
Anlamama	14	100	3	21,42	21	100	2	9,52

ÇEKKAT'ın 34. sorusu doz, etkin doz, biyolojik eşdeğer doz ve absorlanmış doz ile ilgili anlamaları ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. ÇEKKAT'ın 34. sorusunda öğrencilerden “biyolojik eşdeğer doz” ve “absorblanan doz” kavramlarının ne anlama geldikleri sorulmuştur. Bu soruya öğrencilerin “absorlanan doz; radyasyona maruz kalmış bir dokunun absorbladığı ışınlardan depolanan enerjidir. Biyolojik eşdeğer doz; absorblanan dozun Q ile çarpımıdır. Q: bağıl biyolojik etkinlik denilen bir faktördür” şeklinde cevap vermeleri bekleniyordu. Tablo 24'den görüldüğü gibi bu soruya ön testte A okulundaki öğrencilerin 14'ü (%100'ü) anlamama kategorisine giren cevaplar vermiştir. 34. soruya son testte ise öğrencilerin 8'i (%57,14) KA, 1'i (%7,14) KA-BSAK, 2'si (%14,28) AK ve 3'ü (%21,42) Anlamama kategorilerine giren cevaplar vermiştir. KA kategorisine giren öğrenci cevapları “biyolojik eşdeğer doz, absorblanan dozun Q ile çarpımıdır. Q: bir değer”, “absorblanan doz; radyasyonun dokunun birim kütlesine aktardığı enerji” şeklindedir. KA-BSAK kategorisine giren Ö10'un cevabı; “Absorblanan doz: $Q \times$ soğurulan doz; biyolojik eşdeğer doz: absorblanan doz $\times$ Q.” şeklindedir. AK kategorisine giren öğrenci cevapları; “Maddenin α , β ışınlarıyla absorblanmasıdır.”, “Biyolojik eşdeğer doz; bozunmanın biyolojik olarak gerçekleşmesidir.” ve “Absorblanmış doz radyoaktif bir etkiye maruz kalmış bir dokudur.” şeklindedir. Anlamama kategorisine giren öğrenci cevapları yine “hatırlamıyorum” ve soruyu boş bırakma şeklindedir. Tablo 24'den görüldüğü gibi G okulundaki öğrencilerin 21'i (%100'ü) anlamama kategorisine giren cevaplar vermiştir. Son testte ise 4'ü (%19,04) TA, 12'si (%57,14) KA, 1'i (%4,76) KA-BSAK, 1'i (%4,76) AK ve 2'si (%9,52) Anlamama kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. KA kategorisine giren öğrenci cevapları; “Biyolojik eşdeğer doz: absorblanan doz $\times$ Q.”, “Absorblanan doz radyasyona maruz kalmış bir dokunun absorbladığı ışınlardan depolanan enerjidir.” şeklindedir. KA-BSAK kategorisine giren öğrenci Ö24'ün cevabı; “Biyolojik eşdeğer doz insanın röntgen değerindeki doz birimidir, absorblanan doz: biyolojik eşdeğer doz $\times$ Q.” şeklindedir. AK kategorisine giren Ö34'ün cevabı; “Biyolojik eşdeğer doz: radyasyona maruz kalmış bir dokunun absorbladığı ışınlardan depolanan enerjidir.” şeklindedir.

Tablo 25'te A ve G okullarındaki öğrencilerin ÇEKKAT'ın 35. sorusuna verdikleri cevapların dağılımı yer almaktadır.

Tablo 25. A ve G okullarındaki öğrencilerin ÇEKKAT'ın 35. sorusuna verdikleri cevapların dağılımı

Anlama düzeyleri	A Okulu				G Okulu			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%
TA	-	-	1	7,14	-	-	1	4,76
KA	-	-	12	85,71	-	-	10	47,61
KA-BSAK	-	-	1	7,14	-	-	-	-
AK	-	-	-	-	-	-	1	4,76
Anlamama	14	100	-	-	21	100	9	42,85

ÇEKKAT'ın 35. sorusu atom altı tanecikler ile ilgili anlamaları ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. ÇEKKAT'ın 35. sorusunda öğrencilerden atom altı tanecik denilince ne anladıklarını ayrıntılı bir şekilde belirtmeleri istenilmiştir. Bu soruda öğrencilerden “kuarkları, leptonları, antikuark ve antileptonları açıklamaları” beklenmektedir. Kuarklardan proton ve nötronu içyapılarıyla açıklamaları, lepton ailesinden elektronu, antileptondan pozitronu belirtmeleri ve yüklerini açıklamaları ayrıca renklerini de belirtmeleri beklenmektedir. Tablo 25'ten görüldüğü gibi bu soruya ön testte A okulundaki öğrencilerin 14'ü (%100) Anlamama kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. Son testte ise 1'i (%7,14) TA, 12'si (%85,71) KA ve 1'i (%7,14) KA-BSAK kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. KA kategorisine giren öğrenci cevaplarına örnekler; “Atom altı tanecikler denilince kuarklar ve leptonlar aklıma geliyor.”, “Proton ve nötron kuarktır, elektronlepton, pozitron antileptondur.” şeklindedir. KA-BSAK kategorisine giren Ö12'nin cevabı; “Atomun çekirdeği ve yörüngeleri vardır. Çekirdekte kuarklar yer alır ve bu kuarklar proton ve nötronlardır. Çekirdekte ise antilepton (elektron) vardır. Kuarklarınanikuarkları, leptonların da antileptonları vardır ve leptonlar renksizdir.” şeklindedir. Tablo 25'ten görüldüğü gibi bu soruya G okulundaki öğrencilerin ön testte 14'ü (%100) Anlamama kategorisine giren cevaplar vermişlerdir. Son testte ise G okulundaki öğrencilerin 1'i (%4,76) TA, 10'u (%47,61) KA, 1'i (%4,76) AK ve 9'u (%42,85) Anlamama kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. KA kategorisine giren öğrenci cevaplarına örnekler; “Proton ve nötron kuarklardan elektron leptonlardan oluşmuştur.”, “Kuarklar ve leptonlar temel parçacık olarak adlandırılır.”, “Kuarkların ve leptonların antikuark ve antieptonları vardır.”, “Elektron lepton ailesinden olması

nedeniyle temel parçacıktır.” şeklindedir. AK kategorisine giren Ö27’nin cevabı “Proton ve nötron temel parçacıktır çünkü leptonlardan oluşmuştur.” şeklindedir.

3.2.5. Ön ve Son Test Olarak Uygulanan ÇEKKAT’tan Alınan Toplam Puanlar

ÇEKKAT’ın yukarıda ayrıntılı olarak bahsedilen incelemesinin ardından A ve G okullarındaki öğrencilerin bu testin ön ve son test olarak uygulanmasından aldıkları toplam puanlar hesaplanmıştır. Her bir öğrencinin her iki testten aldıkları puanlar, karşılaştırmada kolaylık sağlaması açısından 100’lük sisteme dönüştürülmüş ve 100 üzerinden aldıkları puanlar hesaplanmıştır. A ve G okullarındaki her bir öğrencinin 100 üzerinden aldıkları puanların hesaplanmasının ardından, son testten aldıkları puanlar ile ön testten aldıkları puanlar arasındaki fark hesaplanmış ve bu değerler tablolastırılmıştır. A ve G okullarındaki öğrencilerin ön ve son testlerden aldıkları puanlar ve son test ile ön testten aldıkları puanlar arasındaki fark (değişim) Tablo 26 ve Tablo 27’de sunulmuştur

Tablo 26. A okulundaki öğrencilerin ÇEKKAT’tan aldıkları toplam puanları ve bu puanların değişimleri

Öğrenci sayısı- (Öğrenci Numarası)	A Okulu (N=14)		
	Toplam Puan (*)		Değişim (Son test-Ön test)
	Ön test	Son test	
1 (Ö1)	56	92	36
2 (Ö2)	51	71	20
3 (Ö3)	37	72	35
4 (Ö4)	38	78	40
5 (Ö5)	38	62	24
6 (Ö6)	42	70	28
7 (Ö7)	48	65	17
8 (Ö8)	33	49	16
9 (Ö9)	35	60	25
10 (Ö10)	49	63	14
11 (Ö11)	73	87	14
12 (Ö12)	47	65	18
13 (Ö13)	53	77	24
14 (Ö14)	26	66	40
Ortalama	44,71	69,78	

*Yüz (100) puan üzerinden öğrencilerin testten aldıkları toplam puanlar

Tablo 26'dan görüldüğü gibi A okulundaki öğrencilerin ÇEKKAT'tan aldıkları toplam puanlar incelendiğinde; ön test ortalamaları 44,71 son test ortalamaları 69,78'dir. Ön ve son test puanları arasındaki değişimin en fazla (40 puan) olduğu öğrenciler Ö4 ve Ö14'tür. Ön ve son test puanları arasındaki değişimin en az (14 puan) olduğu öğrenciler Ö10 ve Ö11'dir.

Tablo 27. G okulundaki öğrencilerin ÇEKKAT'tan aldıkları toplam puanlar ve bu puanların değişimleri

Öğrenci sayısı - (Öğrenci Numarası)	G Okulu (N=21)		
	Toplam Puan (*)		Değişim (Son test-Ön test)
	Ön test	Son test	
1 (Ö15)	30	56	26
2 (Ö16)	24	90	66
3 (Ö17)	45	91	46
4 (Ö18)	30	77	47
5 (Ö19)	33	47	14
6 (Ö20)	24	69	45
7 (Ö21)	37	84	47
8 (Ö22)	40	59	19
9 (Ö23)	37	80	43
10 (Ö24)	21	78	51
11 (Ö25)	17	62	45
12 (Ö26)	24	79	55
13 (Ö27)	34	64	30
14 (Ö28)	19	63	44
15 (Ö29)	10	66	56
16 (Ö30)	40	72	32
17 (Ö31)	28	74	46
18 (Ö32)	38	70	32
19 (Ö33)	37	65	28
20 (Ö34)	23	77	54
21 (Ö35)	38	70	32
Ortalama	29,95	71,09	

*Yüz (100) puan üzerinden öğrencilerin testten aldıkları toplam puanlar

Tablo 27’den görüldüğü gibi G okulundaki öğrencilerin ÇEKKAT’tan aldıkları toplam puanlar incelendiğinde; ön test ortalamaları 29,95 son test ortalamaları 71,09’dur. Ön ve son test puanları arasındaki değişimin en fazla (66 puan) olduğu öğrenci Ö16’dır. Ön ve son test puanları arasındaki değişimin en az (14 puan) olduğu öğrenci ise Ö19’dur.

3.2.5.1. ÇEKKAT’a Ait İstatistiksel Analizlerden Elde Edilen Bulgular

A ve G okullarındaki öğrencilerin ÇEKKAT’ın ön ve son test olarak uygulanmasından 100’lük sistemde aldıkları puanlar üzerinde tanımlayıcı istatistiksel analizler yapılmıştır. Ön ve son testlerden alınan puanlara ilişkin tanımlayıcı istatistiksel sonuçlar Tablo 28’de sunulmuştur.

Tablo 28. A ve G okullarındaki öğrencilerin ön ve son testlerdeki puanlarına ilişkin tanımlayıcı istatistik sonuçları

Okullar	Testler	N	Ortalama	Standart Sapma	En Düşük	En Yüksek
A	Ön test	14	44,71	11,79	26	73
	Son test	14	69,78	11,12	49	92
G	Ön test	21	29,95	9,1	10	45
	Son test	21	71,09	10,98	47	91

Tablo 28’den görüldüğü gibi, A okulunda ön testin 100 üzerinden ortalaması 44,71 olarak belirlenirken, son testin ortalaması 69,78 olarak tespit edilmiştir. G okulunda ise ön testin 100 üzerinden ortalaması 29,95 olarak belirlenirken, son testin ortalaması 71,09 olarak tespit edilmiştir. A ve G okullarındaki öğrencilerin ön ve son test puanlarına tanımlayıcı istatistiksel uygulamanın ardından, öğrencilerin testin farklı uygulamalarından aldıkları puanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek ve öğrencilerin uygulama öncesi başlangıç durumları ile uygulama sonrası durumlarını karşılaştırmak amacıyla, ÇEKKAT’tan elde edilen verilere Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi uygulanmıştır. Bu analizden elde edilen sonuçlar ise Tablo 29 ve Tablo 30’da verilmiştir.

Tablo 29. A okullarındaki öğrencilerin ÇEKKAT ön ve son test puanları için yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları

Son test - Ön test	n	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	z	p
Negatif sıra	0	0	0		
Pozitif sıra	14	7,5	105	3,298*	0,00
Eşit	0				

*Negatif sıralar temeline dayalı

A okulundaki öğrencilerin ÇEKÖRM'ün uygulama öncesi ve uygulama sonrası ÇEKKAT puanlarında anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları Tablo 29'da verilmiştir. Analiz sonuçları, A okulundaki öğrencilerin uygulama öncesi ve uygulama sonrası ÇEKKAT'tan aldıkları puanları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($z=3,298$, $p< .05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve puanları dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar yani son test lehine olduğu görülmektedir.

Tablo 30. G okullarındaki öğrencilerin ÇEKKAT ön ve son test puanları için yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi

Son test - Ön test	n	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	z	p
Negatif sıra	0	0	0		
Pozitif sıra	21	11	231	4,017*	0,00
Eşit	0				

*Negatif sıralar temeline dayalı

G okulundaki öğrencilerin ÇEKÖRM'ün uygulama öncesi ve uygulama sonrası ÇEKKAT puanlarında anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları Tablo 30'da verilmiştir. Analiz sonuçları, G okulundaki öğrencilerin uygulama öncesi ve uygulama sonrası ÇEKKAT'tan aldıkları puanları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($z=4,017$, $p< .05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve puanları dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar yani son test lehine olduğu görülmektedir.

3.3. Çekirdek Kimyası Ünitesi Başarı Testinden Elde Edilen Bulgular

Bu başlık altında çalışma kapsamında geliştirilen ÇEKÖRM'ün uygulanması öncesinde A ve G okullarındaki öğrencilerin ünite bazında başarılarını belirlemek amacıyla örnekleme uygulanan ÇEKBAT'ın ön test sonuçlarından ve ÇEKÖRM'ün uygulanması sonrasında öğrencilerin başarılarındaki değişimi belirlemek amacıyla örnekleme uygulanan ÇEKBAT'ın son test sonuçlarından elde edilen bulgular ayrıntılı olarak sunulmuştur. Ayrıca her iki gruptaki öğrencilerin teste verdikleri cevaplar kategorilere ayrılarak frekans ve yüzdeleri hesaplanmış ve tablolaştırılarak sunulmuştur.

A ve G okullarındaki öğrencilere ön ve son test olarak uygulanan ÇEKBAT'tan elde edilen bulgular araştırmanın üçüncü alt problemine yöneliktir.

3.3.1. A ve G Okulundaki Öğrencilere Ön-Son Test Olarak Uygulanan ÇEKBAT'tan Elde Edilen Bulgular

A ve G okulundaki öğrencilerin ön-son test olarak uygulanan ÇEKBAT'ın 1. sorusuna verdikleri cevapların dağılımı Tablo 31 ve Tablo 32'de sunulmuştur.

Tablo 31. A okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 1i.,1ii. ve 1iii sorularına verdikleri cevapların dağılımı (N=14)

Kategoriler	1i.sorusu				1ii. sorusu				1iii. sorusu			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DN	-	-	8	57,14	-	-	7	50	5	35,71	13	92,85
DS-KDN	1	7,14	5	35,71	-	-	2	14,28	2	14,28	1	7,14
YS-DN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DS-AKN	-	-	1	7,14	-	-	-	-	-	-	-	-
DS-YN	-	-	-	-	-	-	2	14,28	-	-	-	-
DS-B	4	28,57	-	-	10	78,57	3	21,42	4	28,57	-	-
YS-AKN	-	-	-	-	-	-	-	-	1	7,14	-	-
YS-YN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS- B	9	64,28	-	-	1	7,14	-	-	-	-	-	-
B-B	-	-	-	-	3	21,42	-	-	2	14,28	-	-

Tablo 32. G okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 1i.,1ii. ve 1iii. sorularına verdikleri cevapların dağılımı (N=21)

Kategoriler	1i.sorusu				1ii. sorusu				1iii. sorusu			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DN	-	-	2	9,52	-	-	-	-	-	-	5	23,80
DS-KDN	2	9,52	10	47,61	3	14,28	5	23,80	5	23,80	11	52,38
YS-DN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DS-AKN	1	4,76	1	4,76	-	-	-	-	-	-	-	-
DS-YN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DS-B	7	33,33	1	4,76	11	52,38	6	28,57	6	28,57	2	9,52
YS-AKN	1	4,76	1	4,76	-	-	-	-	-	-	-	--
YS-YN	1	4,76	3	14,28	-	-	-	-	2	9,52	1	4,76
YS- B	5	23,80	3	14,28	1	4,76	6	28,57	5	23,80	2	9,52
B-B	4	19,04	-	-	6	28,57	4	19,04	3	14,28	-	-

ÇEKBAT'ın 1i. sorusu “atom altı taneciklerin temel parçacık olup olmadıklarını sorgular” kazanımı ile ilgilidir. Bu soru öğrencilerin verilen kavramların atom altı temel parçacık olup olmadığını sorgulamasının istenmesi durumunda, sahip oldukları bilgileri ne düzeyde uygulayabildiklerini araştırmak amacıyla geliştirilmiştir. İki aşamadan oluşan sorunun ilk aşamasında elektron ya da protondan hangisinin temel parçacık sayıldığı sorulmuştur. İkinci aşamada ise seçtikleri seçeneğinin nedenini açıklamaları istenmiştir. Bu soruda öğrencilerden elektronun temel parçacık olduğu ve elektronun lepton ailesine dâhil olduğu ve bilindiği kadarıyla daha alt içyapıları olmadığı ve bu yüzden de temel parçacık kabul edildiği; protonun ise kuarklardan oluştuğu ve kendilerini oluşturan daha alt parçacıklara sahip oldukları için temel parçacık kabul edilmediğini belirtmeleri beklenmektedir. Tablo 31’de görüldüğü gibi A okulundaki öğrenciler ön testte 1’i (%7,14) DS-KDN, 4’ü (%28,57) DS-B, 9’u (%64,28) YS-B kategorilerine giren açıklamalarda bulunmuşlardır. DS-KDN kategorisinde cevap veren Ö3’ün cevabı; “Protonları kuarklar oluşturur.” şeklindedir. DS-B ve YS-B kategorisine giren öğrenciler sorunun ikinci aşamasını boş bıraktıkları gibi ilişkisiz nedenler de yazmışlardır. İlişkisiz neden yazan öğrenci cevapları; “Proton çekirdekte bulunur.”, “Proton çekirdeğin içindedir.”, “Proton atomun çekirdeğindedir.” ve “Atomun çekirdeğinde proton ve nötron yer alır.” şeklindedir.

A okulundaki öğrenciler son testte ise 8'i (%57,14) DS-DN, 5'i (%35,71) DS-KDN, 1'i (%7,14) DS-AKN kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. DS-KDN kategorisine giren öğrenci cevapları; “Elektronlar leptondur”, “Çünkü elektronları oluşturan daha alt parçacık yoktur.”, “Elektronlar daha alt yapıya ayıramazlar.” ve “Elektronlar kuarklardan oluşmamışlardır.” şeklindedir. DS-AKN kategorisine giren Ö10'un cevabı ise; “Elektronlar kuark ailesine dâhildir ve daha alt parçacıkları yoktur.” şeklindedir. Tablo 32'den görüldüğü gibi G okulundaki öğrenciler ön testte 2'si (%9,52) DS-KDN, 1'i (%4,76) DS-AKN, 7'si (%33,33) DS-B, 1'i (%4,76) YS-AKN, 1'i (%4,76) YS-YN, 5'i (%23,80) YS-B ve 4'ü (%19,04) B-B kategorilerine giren açıklamalarda bulunmuşlardır. DS-KDN kategorisine giren sırasıyla Ö32 ve Ö34'ün cevabı; “Protonlar yapılarından dolayı temel parçacık değildir.” ve “Elektron içyapılarından dolayı temel parçacıktır.” şeklindedir. DS-AKN kategorisinden cevap veren Ö27'in cevabı; “Elektron içyapılarından ve çekirdeğin içinde yer almasından dolayı temel parçacıktır.” şeklindedir. DS-B kategorisinde cevap veren öğrencilerin bir kısmı (5'i) sorunun ikinci aşamasını boş bırakırken diğer bir kısmı (2'si) ise ilişkisiz neden yazmışlardır. YS-AKN kategorisine giren Ö33'ün cevabı; “Hem proton hem elektron atomun temel parçacığdır, her ikisi de atomun yapısında bulunur.” şeklindedir. YS-YN kategorisine giren Ö19'un cevabı; “Proton temel parçacıktır.” şeklindedir. YS-B kategorisinde cevap veren öğrenciler sorunun ilk aşamasında yanlış seçeneği işaretlemiş ve ikinci aşamasını da boş bırakmışlardır. G okulundaki öğrenciler son testte ise 2'si (%9,52) DS-DN, 10'u (%47,61) DS-KDN, 1'i (%4,76) DS-AKN, 1'i (%4,76) DS-B, 1'i (%4,76) YS-AKN, 3'ü (%14,28) YS-YN ve 3'ü (%14,28) YS-B kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. DS-KDN kategorisindeki öğrenci cevapları; “Kendilerini oluşturan daha alt parçacıklar yoktur.”, “Elektronların protonlarda olduğu gibi kuarkları yoktur.”, “Lepton ailesine dâhildir.”, “Bilindiği kadarıyla elektronların içyapıları yoktur.” şeklindedir. DS-AKN kategorisine giren Ö34'ün cevabı; “Elektronlar içyapıları nedeniyle temel parçacıktır ve kuarkları vardır.” şeklindedir. YS-AKN kategorisine giren Ö35'in cevabı; “Bilindiği kadarıyla elektrondan daha küçük bir parçacık yoktur ve bu yüzden hem proton hem elektron temel parçacıktır.” şeklindedir. YS-YN kategorisinde cevap veren Ö23'ün cevabı; “Çünkü protonun yapısında daha küçük bir parçacık yoktur, protonu oluşturan daha alt parçacık yoktur.” şeklindedir.

ÇEKBAT'ın 1ii. sorusu “nükleonların yapı taşlarını ve diğer temel parçacıkları sınıflandırır” kazanımı ile ilgilidir. Bu soru öğrencilerin nükleonların yapı taşlarını ve diğer temel parçacıkları sınıflandırılmasının istenmesi durumunda sahip oldukları bilgileri ne

düzeyde uygulayabildiklerini araştırmak amacıyla geliştirilmiştir. İki aşamadan oluşan sorunun ilk aşamasında öğrencilere proton ve nötrondaki kuarkları bir arada tutan güçlü nükleer kuvvetler ya da zayıf nükleer kuvvetlerden hangisinin olduğu sorulmuştur. İkinci aşamasında ise seçtikleri seçeneğinin nedenini açıklamaları istenmiştir. Bu soruda öğrencilerden; proton ve nötrondaki kuarkları bir arada tutan temel kuvvetin güçlü nükleer kuvvet olduğu, kuarkların birbirlerini kuvvetli etkileşme ile çektikleri, proton nötron, nötron nötron, proton proton bu kuvvetli etkileşim ile birbirini çektikleri, parçacıkların çekirdekte bir arada bulunabilmelerinin sebebinin zayıf nükleer kuvvetler olduğunu belirtmeleri beklenmektedir. Tablo 31’de görüldüğü gibi A okulundaki öğrenciler ön testte 10’u (%78,57) DS-B, 3’ü (%21,42) B-B ve 1’i (7,14) YS-B kategorisine giren cevaplar vermişlerdir. DS-B kategorisinde öğrenciler doğru şıkkı işaretlemiş olmalarına rağmen işaretledikleri şıkkın nedenini açıklayamamış ya da boş bırakmışlardır. A okulundaki öğrenciler son testte ise 7’si (%50) DS-DN, 2’si (%14,28) DS-KDN, 2’si (%14,28) DS-YN ve 3’ü (%21,42) DS-B kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. DS-KDN kategorisine giren sırasıyla Ö3 ve Ö4’ün cevabı; “Proton ve nötronu bir arada tutabilmek için güçlü nükleer bir alan oluşması güçlü nükleer bir kuvvetin olması gerekir.” ve “Proton ve nötronları bir arada tutan birbirinden ayrılmamasını sağlayan kuvvet güçlü nükleer kuvvettir.” şeklindedir. DS-YN kategorisine giren Ö10 ve Ö12’in cevabı; “Proton ve nötrondaki kuvvetleri bir arada tutan kuvvet zayıf nükleer kuvvettir.” şeklindedir. Tablo 32’de görüldüğü gibi G okulundaki öğrenciler ön testte 3’ü (%14,28) DS-KDN, 11’i (%52,38) DS-B, 1’ i (%4,76) YS-B ve 6’sı (%28,57) B-B kategorilerin giren cevaplar vermişlerdir. DS-KDN kategorisine giren öğrenci cevapları; “Güçlü nükleer kuvvetler olmasa proton ve nötronlar bir arada tutunamazlar.” ve “Güçlü nükleer kuvvetler bunu sağlar.” şeklindedir. DS-B ve YS-B ve kategorilerinde cevap veren öğrenciler sorunun ikinci aşamasını boş bırakmışlardır. G okulundaki öğrenciler son testte ise 5’i (%23,80) DS-KDN, 6’sı (%28,57) DS-B, 6’sı (%28,57) YS-B ve 4’ü (%19,04) B-B kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. DS-KDN kategorisindeki öğrenci cevapları; “Kuarkları bir arada tutabilmek için güçlü nükleer kuvvetlere ihtiyaç vardır.” , “Bunu sağlayan güçlü nükleer kuvvetlerdir.” şeklindedir. DS-B ve YS-B kategorilerinde cevap veren öğrencilerin bazıları sorunun ikinci aşamasını boş bırakırken bazıları da ilişkisiz neden yazmıştır.

ÇEKBAT’ın 1iii. sorusu “kararsız izotopların kararlı hale geçiş mekanizmalarını (doğal radyoaktifliği) açıklar” kazanımı ile ilgilidir. Bu soru öğrencilerin kararsız izotopların kararlı hale geçiş mekanizmalarını açıklamalarının istenmesi durumunda sahip

oldukları bilgileri ne düzeyde uygulayabildiklerini araştırmak amacıyla geliştirilmiştir. İki aşamadan oluşan sorunun ilk aşamasında tepkimenin doğal ya da yapay radyoaktiflikten hangisine örnek olduğu sorulmuştur. İkinci aşamasında ise seçtikleri seçeneğinin nedenini açıklamaları istenmiştir. Bu soruda öğrencilerden; tepkimenin yapay radyoaktifliğe örnek olduğunu ve bombardıman taneciğinin girenler tarafında olması tepkimenin yapay olduğunu gösterdiğini, doğal bir radyoaktif tepkimede girenler tarafında bombardıman taneciğinin yer almadığını belirtmeleri beklenmektedir. Tablo 31’de görüldüğü gibi A okulundaki öğrenciler ön testte 5’i (%35,71) DS-DN, 2’si (%14,28) DS-KDN, 4’ü (%28,57) DS-B, 1’i (%7,14) YS-AKN ve 2’si (%14,28) B-B kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. DS-KDN kategorisine giren öğrenci cevapları; “Bombardıman var.” ve “Bombardıman taneciği var.” şeklindedir. YS-AKN kategorisine giren Ö3’ün cevabı; “Bombardıman taneciği girenler tarafında olduğu için tepkime doğaldır.” şeklindedir. A okulundaki öğrenciler son testte ise 13’ü (92,85) DS-DN ve 1’i (%7,14) DS-KDN kategorisine giren cevaplar vermişlerdir. DS-KDN kategorisine giren Ö3’ün cevabı; “Tepkime sonunda ışıma olmuştur ve bombardıman vardır.” şeklindedir. Tablo 32’de görüldüğü gibi G okulundaki öğrenciler ön testte 5’i (%23,80) DS-KDN, 6’sı (%28,57) DS-B, 2’si (%9,52) YS-YN, 5’i (%23,80) YS-B ve 3’ü (%14,28) B-B kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. DS-KDN kategorisindeki öğrenci cevapları; “Bombardıman vardır.” ve “Yapay radyoaktifliğe örnektir.”, “Işıma ve bombardıman vardır.” şeklindedir. YS-YN kategorisine giren sırasıyla Ö17 ve Ö20’nin cevapları; “Bombardıman girenler kısmında olduğu için doğaldır.” ve “Kendiliğinden gerçekleşen bir reaksiyon olduğu için doğaldır.” şeklindedir. G okulundaki öğrenciler son testte ise 5’i (%23,80) DS-DN, 11’i (%52,38) DS-KDN, 2’si (%9,52) DS-B, 1’i (%4,76) YS-YN ve 2’si (%9,52) YS-B kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. DS-KDN kategorisine giren öğrenci cevapları; “Doğal değildir.”, “Bombardımandan dolayı yapaya örnektir.” ve “a ile bombardıman edilmiştir.” şeklindedir. YS-YN kategorisine giren Ö16 cevabı; “Doğal radyoaktiflikte girenler tarafında bombardıman taneciği yer alır.” şeklindedir.

ÇEKBAT’ın 2i., 2ii. ve 2iii. soruları “izotop çekirdeklerin yapısı ile kararlılığı arasında ilişki kurar” kazanımı ile ilgilidir. Bu soru öğrencilerin, izotop çekirdeklerin yapısı ve kararlılığı arasındaki ilişkileri kurmalarının istenmesi durumunda, sahip oldukları bilgileri ne düzeyde uygulayabildiklerini araştırmak amacıyla geliştirilmiştir. Bu sorularda verilen elementlerin grafiğin hangi bölgesinde yer alacağı, hangi ışımaları yapabileceği ile

ilgili anlamalar araştırılmaktadır. A ve G okulundaki öğrencilerin bu sorulara verdikleri cevapların kategorilere dağılımı Tablo 33 ve Tablo 34’te yer almaktadır.

Tablo 33. A okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT’ın 2i., 2ii. ve 2iii. sorularına verdikleri cevapların dağılımı (N=14)

Kategoriler	2i. soru				2ii. soru				2iii. soru			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DN	4	28,57	12	85,71	-	-	2	14,28	-	-	11	78,57
DS-KDN	1	7,14	2	14,28	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-DN	3	21,42	-	-	-	-	-	-	-	-	2	14,28
YS-KDN	-	-	-	-	-	-	1	14,28	-	-	-	-
DS-AKN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DS-YN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DS-B	3	21,42	-	-	-	-	1	7,14	-	-	-	-
YS-AKN	-	-	-	-	1	7,14	1	7,14	-	-	-	-
YS-YN	1	7,14	-	-	1	7,14	7	50	1	7,14	1	7,14
YS- B	2	14,28	-	-	8	57,14	1	7,14	10	71,42	-	-
B-B	-	-	-	-	4	28,57	-	-	3	21,42	-	-

Tablo 34. G okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT’ın 2i.,2ii. ve 2iii. sorularına verdikleri cevapların dağılımı (N=21)

Kategoriler	2i. soru				2ii. soru				2iii. soru			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DN	1	4,76	5	23,80	-	-	1	4,76	-	-	5	23,80
DS-KDN	3	14,28	1	4,76	2	9,52	4	19,04	1	4,76	5	23,80
YS-DN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDN	-	-	1	4,76	-	-	-	-	-	-	1	4,76
DS-AKN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DS-YN	3	14,28	4	19,04	-	-	1	4,76	1	4,76	-	-
DS-B	8	38,09	1	4,76	4	19,04	-	-	10	47,61	1	4,76
YS-AKN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-YN	4	19,04	5	23,80	-	-	6	28,57	1	4,76	3	14,28
YS- B	1	4,76	4	19,04	10	47,61	8	38,09	4	19,04	6	28,57
B-B	1	4,76	-	-	5	23,80	1	4,76	4	19,04	-	-

ÇEKBAT'ın iki aşamadan oluşan 2i. sorusunun ilk aşamasında ^{20}Ca elementinin kararlılık kuşağında yer alıp almadığı sorulmuştur. İkinci aşamasında seçtikleri şıkkin nedenini açıklamaları istenilmiştir. Bu soruda öğrencilerden “herhangi bir elementin kararlılık kuşağında yer alabilmesi için $n/p=1$ olması gerekir ve ^{20}Ca elementinde n/p ($40/20=1$) oranı 1'e eşit olduğu için kararlılık kuşağında yer alır” cevabını vermeleri beklenmektedir. Tablo 33'te görüldüğü gibi A okulundaki öğrenciler ön testte 4'ü (%28,57) DS-DN, 1'i (%7,14) DS-KDN, 3'ü (%21,42) YS-DN, 3'ü (%21,42) DS-B, 1'i (%7,14) YS-YN ve 2'si (%14,28) YS-B kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. DS-KDN kategorisine giren Ö4'ün cevabı; “ n/p oranı kararlılık kuşağına denk gelir.” şeklindedir. YS-DN kategorisine giren Ö1, Ö5 ve Ö6 nedenini doğru açıklamışlar ancak kararlılık kuşağında yer almadığını belirtmişlerdir. YS-YN kategorisine giren Ö8'in cevabı ise; “1. bölgede yer alır çünkü $n/p > 1,5$ ” şeklindedir. A okulundaki öğrenciler son testte ise 12'si (%85,71) DS-DN ve 2'si (%14,28) DS-KDN kategorisinde cevap vermişlerdir. DS-KDN kategorisine giren öğrenci cevapları; “Atom numarası 20 kütle numarası 40 olduğu için kararlılık kuşağındadır.” ve “ n/p oranından dolayı kararlılık kuşağındadır.” şeklindedir. Tablo 34'te görüldüğü gibi G okulundaki öğrenciler ön testte 1'i (%4,76) DS-DN, 3'ü (%14,28) DS-KDN, 3'ü (%14,28) DS-YN, 8'i (%38,09) DS-B, 4'ü (%19,04) YS-YN, 1'i (%4,76) YS-B ve 1'i (%4,76) B-B kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. DS-KDN kategorisinde cevap veren Ö28'in cevabı; “ n/p oranına göre kararlılık kuşağında yer almaktadır.” şeklindedir. DS-YN kategorisine giren öğrenci cevapları “ $n > p$ 'dir.” ve “ $n/p > 1,5$ ” şeklindedir. YS-YN kategorisine giren Ö17'in cevabı; “ n/p oranı 1'e eşit olduğu için kararlılık kuşağında yer almaz.” şeklindedir. G okulundaki öğrenciler son testte ise 5'i (%23,80) DS-DN, 1'i (%4,76) DS-KDN, 1'i (%4,76) YS-KDN, 4'ü (%19,04) DS-YN, 1'i (%4,76) DS-B ve 5'i (%23,80) YS-YN kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. DS-KDN kategorisine giren Ö31'in cevabı; “Atom ve nötron sayısı 20 ve birbirine eşit olduğu içindir.” şeklindedir. YS-KDN kategorisine giren Ö32'nin cevabı; “Kararlılık kuşağında yer alması için proton ve nötron sayısının birbirine eşit olması lazım.” şeklindedir. DS-YN kategorisine giren öğrenci cevapları; “ $n/p > 1,5$ olduğu için kararlılık kuşağında yer alır.” ve “ $n/p=2$, $2 > 1,5$ o yüzden kararlılık kuşağındadır.” şeklindedir. YS-YN kategorisine giren öğrenci cevapları ise; “ n/p oranı 1,5'dan küçük olduğu için kararlılık kuşağında yer almaz.”, “ n/p oranı 1,5'dan büyük olduğu için kararlılık kuşağında yer almaz.” ve “Atom numarası 83'ten küçük olduğu için kararlılık kuşağında yer almaz.” şeklindedir.

ÇEKBAT'ın iki aşamadan oluşan 2ii. sorusunun ilk aşamasında birinci bölgede yer alan elementlerin $n/p > 1,5$ ve genellikle alfa, beta, gama ışımlarından hangisini yaptıkları sorulmuştur. İkinci aşamasında seçtikleri şıkkın nedenini açıklamaları istenilmiştir. Bu soruda öğrencilerden bu bölgede bulunan atom çekirdeklerinde nötron sayısı fazla olduğu için kararsızlık gösterdikleri, kararsız olan atom çekirdeklerinin nötron sayısını azaltarak proton sayısını artırarak kararlılık kuşağına yaklaşabilecekleri ve bu bölgedeki atom çekirdeklerinin genellikle β^- ışımasını yaptıklarını söylemeleri bekleniyordu. Tablo 33'te görüldüğü gibi A okulundaki öğrenciler ön testte; 1'i (%7,14) YS-AKN, 1'i (%7,14) YS-YN, 8'i (%57,14) YS-B ve 4'ü (%28,57) B-B kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. YS-AKN kategorisine giren Ö3'ün cevabı "alfa, beta ve gama ışıması yaparlar" şeklindedir. YS-YN kategorisine giren Ö8'in cevabı; "Nötron sayısının azalması gerekir o yüzden alfa ışıması yaparlar." şeklindedir. A okulundaki öğrenciler son testte ise 2'si (%14,28) DS-DN, 1'i (%7,14) YS-KDN, 1'i (%7,14) DS-B, 1'i (%7,14) YS-AKN, 7'si (%50) YS-YN ve 1'i (%7,14) YS-B kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. YS-KDN kategorisine giren Ö3'ün cevabı; "1. bölgedekiler kararsızdır, kararlı olabilmek için ışıma yaparlar, nötron sayılarını azaltmaları gerekir." şeklindedir. YS-YN kategorisinde öğrenci cevapları; "Nötron sayısını azaltmalıyız ki n/p oranı 1'e yaklaşsın.", " $n/p > 1,5$ olduğundan kararsızdır, kararlı olabilmek için alfa ışıması yapmalıdır." şeklindedir. YS-AKN kategorisine giren Ö4'ün cevabı; "Bu elementler proton sayısını büyütmek isterler ve bu nedenle gama ışıması yaparlar." şeklindedir. Tablo 34'te görüldüğü gibi G okulundaki öğrenciler ön testte 2'si (%9,52) DS-KDN, 4'ü (%19,04) DS-B, 10'u (%47,61) YS-B ve 5'i (%23,80) B-B kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. DS-KDN kategorisine giren öğrenci cevapları; "Nötron sayısını azaltıp proton sayısını artırmalıdır." ve "Proton sayısı artırılmalıdır bu yüzden beta ışıması yapılmalıdır." şeklindedir. G okulundaki öğrencilerin son testte ise 1'i (%4,76) DS-DN, 4'ü (%19,04) DS-KDN, 1'i (%4,76) DS-YN, 6'sı (%28,57) YS-YN, 8'i (%38,09) YS-B ve 1'i (%4,76) B-B kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. DS-KDN kategorisine giren öğrenci cevapları; "Atom numarasını yani proton sayısını artırması gerekir." ve "Kararlı hale geçebilmeleri için ışıma yapmaları gerekir ve bunun içinde nötron sayısını azaltmalılar." şeklindedir. DS-YN kategorisine giren Ö26'nın cevabı; "Beta ışıması ile atom numarasını azaltırlar." şeklindedir. YS-YN kategorisine giren öğrenci cevapları; "1. bölgedeki elementler kararlı hale geçebilmek için alfa ışıması yapmalılar.", "1. Bölgeden kararlı hale geçebilmek için gama ışıması yapmalılar." ve "1. bölgedeki atomlar alfa ve gama ışıması yaparak kararlı olurlar." şeklindedir.

ÇEKBAT'ın iki aşamadan oluşan 2iii. sorusunun ilk aşamasında $^{226}_{88}\text{Ra}$ atomunun çekirdeğinin grafiğın hangi bölgesinde yer aldığı sorulmuştur. İkinci aşamasında seçtikleri şıkkın nedenini açıklamaları istenilmiştir. Bu soruda öğrencilerden, ^{88}Ra atomunun çekirdeğinin grafiğın 1. bölgesinde yer aldığı, n/p oranının $138/88 > 1,5$ olduğundan kararlı hale geçebilmek için nötron sayısını azaltmalı, proton sayısını artırmalıdır ve bu nedenle 1.bölgede yer almaktadır cevabını vermeleri beklenmektedir. Tablo 33'ten görüldüğü gibi A okulundaki öğrenciler ön testte (%7,14) 1'i YS-YN, (%71,42) 10'u YS-B ve (%21,42) 3'ü B-B kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. YS-YN kategorisindeki Ö8'in cevabı; " $n/p < 1,5$ olduğu için" şeklindedir. A okulundaki öğrenciler son testte ise 11'i (%78,57) DS-DN, 2'si (%14,28) YS-DN ve 1'i (%7,14) YS-YN kategorilerinde cevaplar vermişlerdir. YS-DN kategorisinde cevap veren Ö2 ve Ö7 sorunun ilk aşamasında yanlış şıkkı işaretlemelerine rağmen doğru açıklamayı yapmışlardır. YS-YN kategorisindeki Ö9'un cevabı; " n/p oranı 1'den büyük olduğu içindir." şeklindedir. Tablo 34'ten görüldüğü gibi G okulundaki öğrencilerin ön testte 1'i (%4,76) DS-KDN, 1'i (%4,76) DS-YN, 10'u (%47,61) DS-B, 1'i (%4,76) YS-YN, 4'ü (%19,04) YS-B ve 4'ü (%19,04) B-B kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. DS-KDN kategorisine giren Ö34'ün cevabı; " $n/p = 1,56$ ve $n/p > 1,5$ " şeklindedir. DS-YN kategorisine giren Ö32'nin cevabı; "Atom numarası 83'ten büyük olduğu için 1. bölgede yer alır." şeklindedir. YS-YN kategorisine giren Ö24'ün cevabı; " $1,56 < 1,5$ " şeklindedir. G okulundaki öğrencilerin son testte ise 5'i (%23,80) DS-DN, 5'i (%23,80) DS-KDN, 1'i (%4,76) YS-KDN, 1'i (%4,76) DS-B, 3'ü (%14,28) YS-YN, 6'sı (%28,57) YS-B kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. DS-KDN kategorisine giren öğrenci cevapları; " $n/p > 1,5$ " şeklindedir. YS-KDN kategorisine giren Ö17'nin cevabı; " n/p oranı $< 1,5$ ise 2. bölgededir" şeklindedir. YS-YN kategorilerine giren öğrenci cevapları; "Ra elementi kararlılık kuşağında yer aldığı için 2. bölgededir.", " n/p oranı 1,5'a eşit olduğu için 2. bölgededir." ve "Atom numarası 83'ten büyük olduğu için 2. bölgededir." şeklindedir.

ÇEKBAT'ın 3i., 3ii, 3iii. ve 3iv. soruları "radyoaktif ışınları giricilik ve iyonlaştırma bakımından karşılaştırır" ve "aktiflik, absorblanmış doz, biyolojik eşdeğer doz kavramlarını ve bunların birimlerini, ışınlarını zararları ile ilişkilendirir" kazanımları ile ilgilidir. Bu sorular öğrencilerin, radyoaktif ışınların giricilikleri ve iyonlaştırma özelliklerini karşılaştırılması, aktiflik, absorblanmış doz ve biyolojik eşdeğer doz kavramlarını ve bunların birimlerinin ışınların zararları ile ilişkilendirilmesi durumunda sahip oldukları bilgileri ne düzeyde uygulayabildiklerini araştırmak amacıyla

geliştirilmiştir. A ve G okulundaki öğrencilerin bu sorulara verdikleri cevapların kategorilere dağılımı Tablo 35 ve Tablo 36’da yer almaktadır.

Tablo 35. A okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT’ın 3i.,3ii.,3iii. ve 3iv. sorularına verdikleri cevapların dağılımı (N=14)

Anlama düzeyleri	3i.				3ii.				3iii.				3iv.			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
TA	3	21,42	11	78,57	1	7,14	11	78,57	-	-	5	35,71	-	-	8	57,14
KA	3	21,42	1	7,14	2	14,28	1	7,14	-	-	4	28,57	-	-	1	7,14
KA-BSKA	-	-	-	-	1	7,14	2	14,28	-	-	1	7,14	-	-	2	14,28
AK	3	21,42	1	7,14	4	28,57	-	-	3	21,42	3	21,42	-	-	-	-
Anl.	5	35,71	1	7,14	6	42,85	-	-	11	78,57	1	7,14	14	100	2	14,28

Tablo 36. G okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT’ın 3i.,3ii.,3iii. ve 3iv. sorularına verdikleri cevapların dağılımı (N=21)

Anlama düzeyleri	3i.				3ii.				3iii.				3iv.			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
TA	-	-	13	61,90	-	-	8	38,09	-	-	15	71,42	-	-	14	66,66
KA	9	42,85	2	9,52	7	33,33	11	52,38	-	-	4	19,04	-	-	1	4,76
KA-BSKA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4,76	-	-	4	19,04
AK	10	47,61	5	23,80	10	47,61	2	9,52	-	-	-	-	-	-	-	-
Anl.	2	9,52	1	4,76	2	9,52	-	-	21	100	1	4,76	21	100	2	9,52

ÇEKBAT’ın 3i. sorusunda α , β ve γ ışınlarının iyonlaştırma özelliklerinin sıralanması istenilmiştir. Bu soruda öğrencilerden, iyonlaştırma özelliğinin girginlik ile ters ilişkili olduğunu ve iyonlaştırma özellikleri bakımından $\alpha > \beta > \gamma$ şeklinde sıralandığı cevabını vermeleri beklenmektedir. Tablo 35’ten görüldüğü gibi A okulundaki öğrenciler ön testte 3’ü (%21,42) TA, 3’ü (%21,42) KA, 3’ü (%21,42) AK ve 5’i (%35,71) Anlamama kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. KA kategorisine giren öğrenci cevapları; “Alfa ışınlarının girginliği beta ışınlarının girginliğinden daha az olduğu için alfa ışınının iyonlaştırması beta ışınlarının iyonlaştırmasından daha fazladır.” şeklindedir.

AK kategorisine giren öğrenci cevapları; “Gama ışınlarının kütle numarası ve proton sayısı daha büyük olduğu için iyonlaştırma özelliği hepsinden daha fazladır.” ve “Gama ışınlarının iyonlaştırma özelliği alfa ve betadan daha fazladır.” şeklindedir. A okulundaki öğrenciler son testte ise 11’i (%78,57) TA, 1’i (%7,14) KA, 1’i (%7,14) AK ve 1’i (%7,14) Anlamama kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. AK kategorisine giren Ö10’un cevabı; “İyonlaştırma özellikleri bakımından $\gamma > \beta > \alpha$ ” şeklindedir. Tablo 36’dan görüldüğü gibi G okulundaki öğrenciler ön testte 9’u (%42,85) KA, 10’u (%47,61) AK ve 2’si (%9,52) Anlamama kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. KA kategorisine giren öğrenci cevapları; “Beta ışınlarının iyonlaştırma özelliği alfa ışınlarından azdır.”, “İyonlaştırma özelliği en az olan gama ışınlarıdır.” ve “İyonlaştırma özelliği en fazla olan alfa ışınlarıdır.” şeklindedir. AK kategorisine giren öğrenci cevapları; “Gama ışınlarının iyonlaştırması beta ışınlarından daha fazladır.”, “Beta ışınlarının iyonlaştırması alfa ışınlarından daha fazladır.”, “İyonlaştırma sıralaması $\gamma > \beta > \alpha$ ” ve “İyonlaştırma özelliği en az olan beta ışınlarıdır.” şeklindedir. G okulundaki öğrenciler son testte ise 13’ü (%61,90) TA, 2’si (%9,52) KA, 5’i (%23,80) AK ve 1’i (%4,76) Anlamama kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. KA kategorisine giren öğrenci cevapları “ $\beta > \gamma$ ” ve “ $\alpha > \gamma$ ” şeklindedir. AK kategorisine giren öğrenci cevapları; “Alfa ışınlarının iyonlaştırma özelliği beta ışınlarının iyonlaştırma özelliğinden daha azdır.”, “ $\alpha < \beta < \gamma$ ” ve “ $\gamma > \beta > \alpha$ ” şeklindedir.

ÇEKBAT’ın 3ii. sorusunda α , β ve γ ışınlarının girginlerinin sıralanması istenilmiştir. Bu soruda öğrencilerden “En az girgin olan α olup kâğıttan geçemez, α ışınlarından sonra β ışınları gelir, bu ışınları oluşturan hızlı elektronların, moleküllerin elektron ve çekirdekleri ile elektrostatik etkileşmeye girerek durduruluncaya kadar yüzeylerden içeriye kadar nüfuz edebilirler, 3 mm alüminyumdan geçemezler. En girişken olan γ ışınlarıdır. Bu ışınlar vücuttan, camdan ve kapıdan geçebilirler ancak betondan geçemezler” şeklinde cevap vermeleri beklenmektedir. Tablo 35’ten görüldüğü gibi A okulundaki öğrenciler ön testte 1’i (%7,14) TA, 2’si (%14,28) KA, 1’i (%7,14) KA-BSAK, 4’ü (%28,57) AK ve 6’sı (%42,85) Anlamama kategorisine giren cevaplar vermiştir. KA kategorilerine giren öğrenci cevapları; “Gama ışınları en girgindir. Gama ışınları betondan geçemez.”, “En az girgin olan alfa ışınlarıdır.” şeklindedir. KA-BSAK Ö3’ün cevabı; “Beta ışınları alfa ışınlarından girgindir. Alfa ışınları kâğıttan bile geçemez. Beta ışınları gama ışınlarından girgindir. Gama ışınları 3 mm alüminyumdan geçemez.” şeklindedir. AK kategorisine giren öğrenci cevapları; “Alfa $>$ gama $>$ beta, en girgin olan alfadır ve

betondan geçemez.” ve “En az girgin olan gamadır kâğıttan geçemez.” şeklindedir. A okulundaki öğrenciler son testte ise 11’i (%78,57) TA, 1’i (%7,14) KA ve 2’si (%14,28) KA-BSAK kategorilerinde cevaplar vermişlerdir. KA kategorisinde cevap veren öğrenci cevapları; “En az alfadır, kâğıttan geçemez.”, “Gama en girgin olanıdır.” ve “En fazla olanı gama en az girgin olanı alfadır.” şeklindedir. KA-BASK kategorisine giren öğrenci cevapları; “Gama en girgin olanıdır, gama ışınları betondan geçemezler, en az girgin olanı betadır.” ve “Giriciliği en fazla olan gamadır, beta kâğıttan geçemez, alfa 3 mm alüminyumdan geçemez.” şeklindedir. Tablo 36’dan görüldüğü gibi G okulundaki öğrenciler ön testte 7’si (%33,33) KA, 10’u (%47,61) AK ve 2’si (%9,52) Anlamama kategorilerinde cevaplar vermişlerdir. KA kategorisine giren öğrenci cevapları; “Alfa ışınlarının giriciliği en azdır.”, “Gama ışınlarının giriciliği en fazladır.”, “ $\alpha < \gamma$ ” şeklindedir. AK kategorisine giren öğrenci cevapları; “Giriciliği en fazla olan alfadır.”, “Giriciliği en az olan gamadır.”, “En girgin betadır.” ve “En az olan gamadır. Gama ışınları kâğıttan bile geçemez.” şeklindedir. G okulundaki öğrenciler son testte ise 8’i (%38,09) TA, 11’i (%52,38) KA ve 2’si (%9,52) AK kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. KA kategorilerine giren öğrenci cevapları; “Girginlik sıralaması $\gamma > \beta > \alpha$ ”, “En az girgin olan alfadır çünkü kâğıttan bile geçemez, en çok girgin gamadır.” ve “Betanın girginliği gamanın girginliğinden azdır.” şeklindedir. AK kategorilerine giren sırasıyla Ö28 ve Ö32’nin cevapları; “ $\gamma < \beta < \alpha$, gama ışınları kâğıttan bile geçemez.” ve “En çok girgin olan alfadır, alfa ışınları alüminyumdan geçebilir.” şeklindedir.

ÇEKBAT’ın 3iii. sorusunda aktiflik, absorblanmış doz ve biyolojik eşdeğer doz kavramlarının ne anlama geldikleri sorulmuştur. Bu soruda öğrencilerden “Geiger sayacındaki her bir tık sesinin nükleer bir parçalanmayı gösterir ve saniyedeki nükleer bozunma sayısına aktiflik denir. Radyasyona maruz kalmış bir dokunun absorbladığı ışınlardan depolanan enerjiye absorblanmış doz, absorlanmış dozun Q ile çarpımına da biyolojik eşdeğer doz denir, buradaki Q: bağıl biyolojik etkinlik denilen bir faktördür.” şeklinde cevap vermeleri beklenmektedir. Tablo 35’ten görüldüğü gibi A okulundaki öğrenciler ön testte 3’ü (%21,42) AK ve 11’i (%78,57) Anlamama kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. AK kategorisine giren öğrenci cevapları “Kendi kendine bozunmaya uğrayabilen maddedir.” ve “Biyolojik eşdeğer doz eşit dozdur.” şeklindedir. A okulundaki öğrenciler son testte ise; 5’i (35,71) TA, 4’ü (28,57) KA, 1’i (7,14) KA-BSAK, 3’ü (%21,42) AK ve 1’i (%7,14) Anlamama kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. KA-BSAK kategorisinde cevap veren Ö3 aktifliği doğru tanımlamış ancak biyolojik eşdeğer

doz ve absorblanmış doz kavramlarının birbirine karıştırmıştır. AK kategorisinde öğrenci cevaplarına örnek; “Biyolojik eşdeğer doz: absorblanan doz sonrası açığa çıkan enerjidir.” şeklindedir. Tablo 36’dan görüldüğü gibi G okulundaki öğrencilerin hepsi ön testte 21’i (%100) Anlamama kategorisinde cevap vermişlerdir. G okulundaki öğrenciler son testte ise 15’i (%71,42) TA, 4’ü (%19,04) KA, 1’i (%4,76) KA-BSAK ve 1’i (%4,76) Anlamama kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. KA kategorisine giren öğrenci cevapları; “Aktiflik saniyedeki nükleer bozunma sayısıdır, biyolojik eşdeğer doz ise absorblanmış dozun Q ile çarpımıdır.” ve “Biyolojik eşdeğer doz absorblanmış dozun Q ile çarpımıdır, Q bir sabittir.” şeklindedir. KA-BSAK kategorisinde giren Ö27’nin cevabı; “Aktiflik saniyedeki nükleer bozunma sayısıdır, absorblanmış doz ise biyolojik eşdeğer dozun Q ile çarpımıdır.” şeklindedir.

ÇEKBAT’ın 3iv. sorusunda becquerel, gray ve sievert birimlerinin hangi kavramlara ait olduğu sorulmuştur. Bu soruda öğrencilerden “Becquerel: aktiflik, gray: absorblanmış doz ve sievert: biyolojik eşdeğer doz birimidir.” cevabını vermeleri beklenilmektedir. Tablo 35’ten görüldüğü gibi A okulundaki öğrencilerin hepsi ön testte soruyu boş bırakmışlar ya da bilmediklerini belirtmişlerdir. A okulundaki öğrenciler son testte ise; 8’i (%57,14) TA, 1’i (%7,14) KA, 2’si (%14,28) KA-BSAK ve 2’si (%14,28) Anlamama kategorilerinde cevaplar vermişlerdir. KA kategorisinde cevap veren Ö5 becquerel: aktiflik birimi olduğunu belirtmiş diğerlerini açıklamamıştır. KA-BASK kategorisinde cevap veren Ö3 cevabında, gray ve sievert birimlerinin her ikisinin de absorblanmış doz birimi olduğunu belirtmiştir. Tablo 36’dan görüldüğü gibi G okulundaki öğrencilerin hepsi ön testte (%100) 21’i Anlamama kategorisinde cevap vermişlerdir. G okulundaki öğrenciler son testte ise 14’ü (%66,66) TA, 1’i (%4,76) KA, 4’ü (%19,04) KA-BSAK ve 2’si (%9,52) Anlamama kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. KA kategorisinde cevap veren Ö28’in cevabı “Gray: absorblanmış dozun, sievert biyolojik eşdeğer dozun birimidir.” şeklindedir. KA-BSAK kategorisine giren öğrenci cevapları “Becquerel: aktiflik, gray: biyolojik eşdeğer doz ve sievert: absorblanmış doz birimidir.” ve “Becquerel: aktiflik, gray: absorblanmış doz, sievert: aktiflik birimidir.” şeklindedir.

ÇEKBAT’ın 4i. ve 4ii. soruları “Geleceğin enerji kaynağı olarak füzyonu ve önemini açıklar” kazanımı ile ilgilidir. Bu sorular öğrencilerin, verilen bir tepkimenin füzyon ya da fisyonun hangisinin olduğunu belirleme ve geleceğin enerji kaynağı olarak füzyonun önemini açıklama durumunda sahip oldukları bilgileri ne düzeyde uygulayabildiklerini

araştırmak amacıyla geliştirilmiştir. A ve G okulundaki öğrencilerin bu sorulara verdikleri cevapların kategorilere dağılımı Tablo 37 ve Tablo 38’de yer almaktadır.

Tablo 37. A okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT’ ın 4i. ve 4ii. sorularına verdikleri cevapların dağılımı

Kategoriler	4i.				4ii.			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DN	1	7,14	8	57,14	-	-	3	21,42
DS-KDN	-	-	1	7,14	-	-	7	50
YS-DN	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDN	-	-	-	-	-	-	1	7,14
DS-AKN	-	-	-	-	-	-	-	-
DS-YN	1	7,14	2	14,28	1	7,14	1	7,14
DS-B	2	14,28	2	14,28	2	14,28	-	-
YS-AKN	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-YN	-	-	1	7,14	-	-	2	14,28
YS- B	3	21,42	-	-	5	35,71	-	-
B-B	7	50	-	-	6	42,85	-	-

Tablo 38. G okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT’ ın 4i. ve 4ii. sorularına verdikleri cevapların dağılımı

Kategoriler	4i.				4ii.			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%
DS-DN	1	4,76	10	47,61	-	-	1	4,76
DS-KDN	3	14,28	5	23,80	1	4,76	12	57,14
YS-DN	-	-	-	-	-	-	-	-
YS-KDN	-	-	-	-	-	-	-	-
DS-AKN	-	-	-	-	-	-	-	-
DS-YN	-	-	-	-	-	-	-	-
DS-B	4	19,04	2	9,52	6	28,57	2	9,52
YS-AKN	-	-	2	9,52	1	4,76	1	4,76
YS-YN	-	-	-	-	1	4,76	-	-
YS- B	6	28,57	2	9,52	5	23,80	5	23,80
B-B	7	33,33	-	-	7	33,33	-	-

ÇEKBAT'ın 4i. sorusunda bir tepkime verilmiş ve bu tepkimenin füzyon ya da fisyon tepkimelerinden hangisine örnek olduğu ve verdikleri cevabın nedeni istenmiştir. Bu soruda öğrencilerden “Tepkime füzyon tepkimesi olup hidrojen, nötronla birleşerek helyumu oluşturmuştur ve bir birleşme tepkimesidir. Bu yüzden füzyon yani birleşme yani kaynaşma tepkimesine örnek teşkil eder.” cevabını vermeleri beklenmektedir. Tablo 37’den görüldüğü gibi A okulundaki öğrenciler ön testte 1’i (%7,14) DS-DN, 1’i (%7,14) DS-YN, 2’si (%14,28) DS-B, 3’ü (%21,42) YS-B ve 7’si (%50) B-B kategorisine giren cevaplar vermişlerdir. DS-YN kategorisine giren Ö4’ün cevabı; “Küçük atomlar birleşerek büyük atomlar oluşturmamışlardır.” şeklindedir. A okulundaki öğrenciler son testte ise 8’i (%57,14) DS-DN, 1’i (%7,14) DS-KDN, 2’si (%14,28) DS-YN, 2’si (%14,28) DS-B ve 1’i (%7,14) YS-YN kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. DS-KDN kategorisinde cevap veren Ö14’ün cevabı; “Hidrojen nötronla helyuma dönüşmüştür.” şeklindedir. DS-YN kategorisinde cevap veren Ö11’in cevabı “Yeni bir tepkime olmuştur, birleşme olmamıştır.” şeklindedir. YS-YN kategorisinde cevap veren Ö1’in cevabı “Fisyon tepkimesidir, parçalanarak enerji açığa çıkmıştır.” şeklindedir. Tablo 38’den görüldüğü gibi G okulundaki öğrenciler ön testte 1’i (%4,76) DS-DN, 3’ü (%28,57) DS-KDN, 4’ü (%19,04) DS-B, 6’sı (%28,57) YS-B ve 7’si (%33,33) B-B kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. DS-KDN kategorisinde cevap veren Ö17’in cevabı; “Oluşan helyumun atom numarası daha büyüktür.” şeklindedir. G okulundaki öğrenciler son testte ise 10’u (%47,61) DS-DN, 5’i (%23,80) DS-KDN, 2’si (%9,52) DS-B, 2’si (%9,52) YS-AKN ve 2’si (%9,52) YS-B kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. DS-KDN kategorisindeki öğrenci cevapları; “Birleşme tepkimesidir.”, “İki atom yeni bir atomu oluşturmuştur.” ve “Kaynaşma tepkimesi olduğundan füzyona örnektir.” şeklindedir. YS-AKN kategorisindeki öğrenci cevapları; “Tepkime birleşme tepkimesi olduğu için fisyon tepkimesidir.” şeklindedir.

ÇEKBAT'ın 4ii. sorusunda geleceğin enerji kaynağı olarak füzyon ya da fisyon hangisinin görüldüğü sorulmuş ve öğrencilerden nedenini açıklamaları istenmiştir. Bu soruda öğrencilerden; “Füzyonun geleceğin enerji kaynağı olarak görüldüğü ve füzyon tepkimelerinin çok yüksek sıcaklıkta gerçekleştiği, hidrojen bombasının füzyon tepkimelerine iyi bir örnek olduğu, hidrojen bombasının tepkimesi kontrol edildiğinde dünya yeni bir enerji kaynağına kavuşacaktır. Güneş ve yıldızların sonsuz enerji kaynağı olan füzyon, yeryüzünde gerçekleştirilebilirse, canlıların yapısındaki pek çok elementi yapay olarak üretme hayali de gerçekleşebilecektir.” cevabını vermeleri beklenmektedir.

Tablo 37’den görüldüğü gibi A okulundaki öğrenciler ön testte 1’i (%7,14) DS-YN, 2’si (%14,28) DS-B, 5’i (%35,71) YS-B ve 6’sı (%42,85) B-B kategorilerine giren cevaplar vermiştir. DS-YN kategorisine giren Ö4’ün cevabı; “Hidrojen bombası fisyona örnektir.” şeklindedir. A okulundaki öğrenciler son testte ise 3’ü (%21,42) DS-DN, 7’si (%50) DS-KDN, 1’i (%7,14) YS-KDN, 1’i (%7,14) DS-YN ve 2’si (%14,28) YS-YN kategorilerinde cevap vermişlerdir. DS-KDN kategorisindeki öğrenci cevaplarına örnek; “Geleceğin enerji kaynağı füzyondur.” şeklindedir. YS-KDN kategorisine giren Ö5’in cevabı; “Güneş enerjisinin temeli füzyondur.” şeklindedir. DS-YN kategorisine giren Ö2’in cevabı “Atom bombası füzyona örnektir.” şeklindedir. YS-YN kategorisinde öğrenci cevaplarına örnek; “Nükleer enerji yalnız fisyon ile elde edilebilir.” şeklindedir. Tablo 38’den görüldüğü gibi G okulundaki öğrenciler ön testte 1’i (%4,76) DS-KDN, 6’sı (%28,57) DS-B, 1’i (%4,76) YS-AKN, 1’i (%4,76) YS-YN, 5’i (%23,80) YS-B ve 7’si (%33,33) B-B kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. DS-KDN kategorisinde cevap veren Ö17’in cevabı; “Füzyon olmalı çünkü daha fazla bir enerjidir.” şeklindedir. YS-AKN kategorisinde cevap veren Ö21’in cevabı; “Füzyondur çünkü atom bombası füzyona örnektir.” şeklindedir. YS-YN kategorisinde cevap veren Ö27’nin cevabı; “Nükleer enerji doğal kaynakların tükenmesi ile oluşur.” şeklindedir. G okulundaki öğrenciler son testte ise 1’i (%4,76) DS-DN, 12’si (%57,14) DS-KDN, 2’si (%9,52) DS-B, 1’i (%4,76) YS-AKN ve 5’i (%23,80) YS-B kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. DS-KDN kategorisindeki öğrenci cevapları; “Güneş ve yıldızlar enerjilerini füzyon ile elde ederler, o halde füzyon enerjisi geleceğin enerji kaynağı olarak görülmektedir.”, “Güneşte süregelen enerji füzyondur.” ve “Füzyon tepkimelerini başlatabilmek için fisyonda açığa çıkan enerji kadar enerji gerekli o yüzden füzyondur.” şeklindedir. YS-AKN kategorisine giren Ö31’in cevabı “Yıldızların enerjileri fisyona örnektir, güneş enerjisi füzyon tepkimesine örnektir.” şeklindedir.

ÇEKBAT’ın 5. ve 6. soruları “nükleer enerjiyi sosyal, ekonomik ve çevre yönüyle sorgular” ve “nükleer reaktörlerin işlevini ve çalışma ilkeleri açıklar” kazanımları ile ilgilidir. Bu sorular öğrencilerin, nükleer enerjiyi sosyal, ekonomik ve çevre yönüyle sorgulama, nükleer reaktörlerin işlevini ve çalışma prensibini açıklama durumunda sahip oldukları bilgileri ne düzeyde uygulayabildiklerini araştırmak amacıyla geliştirilmiştir. A ve G okulundaki öğrencilerin bu sorulara verdikleri cevapların kategorilere dağılımı Tablo 39 ve Tablo 40’da yer almaktadır.

Tablo 39. A okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 5. ve 6. sorularına verdikleri cevapların dağılımı

Anlama düzeyleri	5.				6.			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%
TA	-	-	3	21,42	-	-	9	64,28
KA	7	50	11	78,57	-	-	3	21,42
KA-BSAK	-	-	-	-	-	-	-	-
AK	-	-	-	-	-	-	-	-
Anlamama	7	50	-	-	14	100	2	14,28

Tablo 40. G okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 5. ve 6. sorularına verdikleri cevapların dağılımı

Anlama düzeyleri	5.				6.			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%
TA	-	-	-	-	-	-	2	9,52
KA	14	66,66	16	78,19	-	-	12	57,14
KA-BSAK	-	-	-	-	-	-	-	-
AK	-	-	-	-	-	-	1	4,76
Anlamama	7	33,33	5	23,80	21	100	6	28,57

ÇEKBAT'ın 5. sorusunda nükleer enerjiyi sosyal, ekonomik ve çevre yönüyle sorgulamaları istenilmiştir. Bu soruda öğrencilerden; nükleer reaksiyonların muazzam enerji verdiği, fakat bu kaynağın kullanımının hem sosyal ve ekonomik problemlerin çözümüne katkıda bulunabileceği hem de beraberinde yeni problemler getirebileceği unutulmaması gerektiği, nükleer enerjiyi diğer enerji kaynaklarına göre (hidrolik, doğal gaz ve kömür) başlıca yatırım maliyeti, yakıt maliyeti, güç yapısı, dışa bağımlılık ve atık etmenlerine göre karşılaştırmaları beklenmektedir. Tablo 39'dan görüldüğü gibi A okulundaki öğrenciler ön testte 7'si KA (%50) ve 7'si (%50) Anlamama kategorinde cevaplar vermiştir. KA kategorisinde öğrenci cevaplarına örnekler; “Çevreye zararlı atıklar karışabilir, ekonomik yönden daha güçlü oluruz çünkü enerji olarak dışa bağımlılık en azıdır.”, “Çevreye zarar verebilir, ekonomik yönden pahalıdır, sosyal yönden Çernobil gibi bir durumun yaşanmaması için halk bilinçlendirilmelidir.” şeklindedir. Anlamama

kategorisinde öğrenciler soruyu boş bırakmış ve ya da bilmedikleri yazmışlardır. A okulundaki öğrenciler son testte ise 3'ü (%21,42) TA ve 11'i (%78,57) KA kategorisinde cevaplar vermişlerdir. KA kategorisine giren öğrenci cevapları; “Çevreye atık sorunu vardır ama yerin 1000 m altında beton zırhlarla saklanabilir ve bu da atık sorununa çözüm olabilir.”, “1 nükleer santral 8 barajın üretebileceği enerjiyi üretebilir, ekonomik olarak gelir sağlar.” ve “Türkiye her türlü antlaşmanın altına imzasını atmıştır, sosyal olarak Çernobil gibi bir olay yaşanmaz, halk artık bilinçlidir.” şeklindedir. Tablo 40'dan görüldüğü gibi G okulundaki öğrenciler ön testte 14'ü (%66,66) KA ve 7'si (%33,33) Anlamama kategorilerinde cevaplar vermişlerdir. KA kategorisine giren öğrenci cevaplarına örnekler; “Gerekli önlemler alınmadıkça çevreye zararlı olabilir.”, “Ekonomik yönden dışa bağımlılık azalır.”, “Kendi ihtiyacımız olan enerjimizi kendimiz üretiriz, doğal gazı komşudan almaya gerek kalmaz.” ve “Sosyal yönden halk bilinçlendirilmelidir.” şeklindedir. G okulundaki öğrenciler son testte ise 16'sı (%78,19) KA ve 5'i (%23,80) Anlamama kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. KA kategorilerine giren öğrenci cevaplarına örnekler; “Atıkları çevre kirlenmesine yol açar fakat bu atık sorununun çözümü bulunmaktadır.”, “Hidroelektrik santrallere göre daha az yer kaplar, daha çok enerji açığa çıkar, zehirli gazlar açığa çıkmaz su buharı açığa çıkar.”, “Enerji ihtiyacı büyük oranda karşılanarak dışa bağımlılık azalır, sosyal açıdan halkı bilinçlendirmek gerekir, nükleer atıklar 25 yıl saklanarak etkisini büyük oranda kaybeder ve çevreye daha az zarar söz konusudur.”, “Çernobil felaketinin çevreye büyük zararları ve olumsuz etkileri oldu benzer bir olay yaşanması durumunda aynı etkilerin olmaması için uluslararası anlaşmalara Türkiye imzasını atmıştır.” şeklindedir.

ÇEKBAT'ın 6. sorusunda bir nükleer reaktör şekli verilmiş ve şekil üzerinden nükleer reaktörün çalışma prensibinin anlatılması istenilmiştir. Bu soruda öğrencilerden “Nükleer santralde enerji, istasyonun merkezindeki reaktörün içinde üretilen ısıyla sağlanır. Bu ısı, uranyum atomunun zincirleme reaksiyonu sonucu elde edilir. Bu reaksiyon kontrollü bir şekilde yapılır. Nötronların sürati önce modülatörden geçirilerek yavaşlatılır ve böylece diğer çekirdekleri parçalamaları kolaylaştırır. Reaktörde açığa çıkan nötronlar emme yeteneği olan kontrol çubukları vardır. Buradan nötronları bırakarak veya çekerek reaksiyonlar kontrol altına alınır. Bölünen uranyum atomları ısı verir. Isınan gaz, ısı değiştiricisine alınır. Isı değiştiricisi üstündeki su, aşırı ısınma sonucu buharlaştırılır. Bu şekilde oluşturulan buhar sadece yüksek bir ısıya değil, aynı zamanda yüksek bir basınca da sahiptir. Bu yüksek basınç ve sıcak buhar kalın borular aracılığıyla türbinlere yollanır.

Türbin içinde bulunan pervane basınçlı gazla döner, türbin jeneratöre bağlıdır ve süratle dönünce enerji üretir. Oluşan buhar yeniden ısı haline gelir, su yine buharlaşır.” cevabını vermeleri beklenmektedir. Tablo 39’dan görüldüğü gibi A okulundaki öğrencilerin hepsi ön testte bu soruyu boş bırakmış ya da bilmediklerini belirtmişlerdir. Son testte ise 9’u (%64,28) TA, 3’ü (%21,42) KA ve 2’si (%14,28) Anlamama kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. KA kategorisinde öğrenci cevapları; “Kontrol çubukları, buhar jeneratörü, buhar hattı, türbin, jeneratör, enerji, evler, teknolojik aletler sistem bu sıraya göre işler.” şeklindedir. Tablo 40’dan görüldüğü gibi G okulundaki öğrencilerin hepsi ön testte bu soruyu boş bırakmış ya da bilmediklerini belirtmişlerdir. G okulundaki öğrenciler son testte ise 2’si (%9,52) TA, 12’si (%57,14) KA, 1’i (%4,76) AK ve 6’sı (%28,57) Anlamama kategorilerinde cevaplar vermişlerdir. KA kategorisinde öğrenci cevapları; “Uranyum atomları ısı verir ve türbin içerisinde bulunan pervane basınçlı gaz ile birlikte dönmeye başlar, türbin jeneratöre bağlıdır ve hızlı bir şekilde dönerek enerji üretir.”, “Oluşan buhar, buhar hattından türbine oradan da jeneratöre geçerek enerji üretir”, “Isınan su ısı dönüştürücüsüne gelir ve ısı dönüştürücüsü suyu buharlaştırır, su buharı türbine gider ve türbinlerden de jeneratöre geçerek enerji üretilir.” şeklindedir. AK kategorisine giren Ö18’in cevabı; “Korunma tabakası oluşturulur, buhar jeneratöre konulur, buhar hattından dolayı jeneratör çalışır.” şeklindedir.

ÇEKBAT’ın 7. ve 8. soruları “Endüstride radyoizotopların kullanım ilkelerini açıklar”, “Radyoizotopların tıptaki teşhis ve tedavi amaçlı uygulamalarına örnekler verir”, “Bilimsel araştırmalarda radyoaktif izotop kullanımına örnekler verir”, “Radyoaktif izotopların kullanım alanlarını sıralar” ve “Radyoaktiflik ile ilgili uyarı işaretlerini tanır” kazanımları ile ilgilidir. Bu sorular öğrencilerin, radyoaktif izotopların kullanım alanları, bilimsel araştırmalarda radyoizotop kullanımına, radyoizotopların tıpta teşhis ve tedavi amaçlı uygulamalarına, endüstride radyoizotop kullanımına örnekler verme ve ayrıca radyoaktiflikle ilgili uyarı işaretlerini tanıma durumunda sahip oldukları bilgileri ne düzeyde uygulayabildiklerini araştırmak amacıyla geliştirilmiştir. A ve G okulundaki öğrencilerin bu sorulara verdikleri cevapların kategorilere dağılımı Tablo 41 ve Tablo 42’de yer almaktadır.

Tablo 41. A okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 7. ve 8. sorularına verdikleri cevapların dağılımı (N=14)

Anlama düzeyleri	7. soru				8. soru			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%
TA	-	-	4	28,57	-	-	6	42,85
KA	7	50	8	57,14	9	64,28	8	57,14
KA-BASK	-	-	-	-	-	-	-	-
AK	-	-	-	-	-	-	-	-
Anlamama	7	50	2	14,28	5	35,71	-	-

Tablo 42. G okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 7. ve 8. sorularına verdikleri cevapların dağılımı (N=21)

Anlama düzeyleri	7. soru				8.soru			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%
TA	-	-	-	-	-	-	-	-
KA	14	66,66	19	90,47	12	57,14	20	95,23
KA-BSAK	-	-	-	-	-	-	-	-
AK	-	-	-	-	-	-	-	-
Anlamama	7	33,33	2	9,52	9	42,85	1	4,76

ÇEKBAT'ın 7. sorusunda radyoaktif maddeleri kullanım alanları sorulmuş ve bu kullanım alanlarına örnek verilmesi istenilmiştir. Bu soruda öğrencilerden başlıca bilimsel alanlarda, tıpta, endüstride kullanıldığını belirtmeleri, bilimsel alanlarda kullanılmasına örnek olarak organik maddelerin yaşının tayininde C-14 kullanılması, tıpta teşhis ve tedavi amaçlı olarak sodyum 24 kan akışını gözlemlemede, stronsiyum-87 kemik büyümesinin araştırılmasında, pozitron emisyon tomografisinde, endüstride kullanımına da amerikyum-243 duman detektörlerinde, çeliğe konulan C-14 çelik parçanın aşınıp aşınmadığını kontrol etmede, patatesi bozunmadan kokuşmadan korumada gibi cevapları vermeleri beklenmektedir. Tablo 41'dan görüldüğü gibi A okulundaki öğrenciler ön testte 7'si (%50) KA ve 7'si (%50) Anlamama kategorilerinde cevaplar verirken son testte ise

4'ü (%28,57) TA, 8'i (%57,14) KA ve 2'si (%14,28) Anlamama kategorilerinde cevaplar vermişlerdir. KA kategorisinde öğrenciler beklenen üç temel kullanım alanının hepsini açıklayamamış ya da örnek verememişlerdir. Tablo 42'den görüldüğü gibi G okulundaki öğrenciler ön testte 14'ü (%66,66) KA ve 7'si (%33,33) Anlamama kategorilerinde cevaplar verirken son testte ise 19'u (%90,47) KA ve 2'si (%9,52) Anlamama kategorilerinde cevaplar vermişlerdir. A okulundaki öğrenciler gibi G okulundaki öğrenciler de KA kategorisinde beklenen üç temel kullanım alanının hepsini açıklayamamış ya da örnek verememişlerdir. Ancak öğrenci doğru cevap yüzdelerinin A okulunda TA ve KA kategorilerinde, G okulunda ise KA kategorisinde arttığı görülmektedir.

ÇEKBAT'ın 8. sorusunda üç şekil verilmiş ve bu şekillerin ne anlama geldikleri sorulmuştur. Bu soruda öğrencilerden; “Şekil 1 ve Şekil 3'ün aynı anlama gelmektedir. Bu işaretler 1975 yılında ISO (International Organization for Standardization) tarafından yayınlanan ülkemizde ve dünyada yaygın olarak kullanılan iyonlaştırıcı radyasyon işaretleridir. Gama, X-ışınları, alfa, beta parçacıkları, yüksek enerjili elektronlar, nötronlar, protonlar ve diğer nükleer parçacıklardan kaynaklanan iyonlaştırıcı radyasyonun varlığını ifade etmek için kullanılmaktadır. Şekil 2'deki 2007 yılında ISO tarafından yeni ilave edilen “tehlikeli kaynak” olarak tanımlanan gıda ışınlama, endüstriyel radyografi cihazlarında kullanılan yüksek aktiviteli kaynaklarda kullanım için tasarlanmıştır. Söz konusu işaret kaynağın bulunduğu cihaz kabında, cihazın sökülmemesi ya da daha yakınına yaklaşılmaması için uyarı niteliğinde kullanılmaktadır.” cevabını vermeleri beklenilmektedir. Tablo 41'den görüldüğü gibi A okulundaki öğrenciler ön testte 9'u (%64,28) KA ve 5'i (%35,71) Anlamama kategorilerinde cevaplar verirken son testte ise 6'sı (%42,85) TA ve 8'i (57,14) KA kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. KA kategorisinde cevap veren öğrenciler bu işaretlerin üçünü de açıklayamamış ya da sadece radyasyon ile ilgili olduklarını belirtmişlerdir. Tablo 42'den görüldüğü gibi G okulundaki öğrenciler ön testte 12'si (%57,14) KA ve 9'u (%42,85) Anlamama kategorilerinde cevaplar verirken son testte ise 20'si (%95,23) KA ve 1'i (%4,76) Anlamama kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. A okulundaki öğrencilerde olduğu gibi G okulundaki öğrencilerde bu işaretlerin üçünü de açıklayamamış ya da sadece radyasyon ile ilgili olduklarını belirtmişlerdir. Öğrenci doğru cevap yüzdelerinin A okulunda TA kategorisinde, G okulunda ise KA kategorisinde arttığı görülmektedir.

ÇEKBAT’ın 4iii., 9. ve 10. soruları “Çekirdek fisyonunu örnek denklemlerle açıklar”, “Radyoaktiflikten kaynaklanan tehlikelerden korunmak için alınacak tedbirleri sıralar”, “Yaygın kullanılan yapay radyoaktif izotopların üretimini çekirdek dönüşümü ile ilişkilendirir” ve “Çekirdek dönüşümünü açıklar ve örneklendirir” kazanımları ile ilgilidir. Bu sorular öğrencilerin, fisyonu örnek denklem üzerinde açıklama, radyoaktiflikten kaynaklanan tehlikelerden alınacak tedbirler, çekirdek dönüşümünün açıklama ve örneklendirme, yaygın kullanılan yapay radyoaktif izotopların üretimini çekirdek dönüşümü ile ilişkilendirme durumlarında sahip oldukları bilgileri ne düzeyde uygulayabildiklerini araştırmak amacıyla geliştirilmiştir. A ve G okulundaki öğrencilerin bu sorulara verdikleri cevapların kategorilere dağılımı Tablo 43 ve Tablo 44’te yer almaktadır.

Tablo 43. A okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT’ın 4iii., 9. ve 10. sorularına verdikleri cevapların dağılımı

Anlama düzeyleri	4iii. soru				9. soru				10. soru			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
TA	-	-	1	7,14	-	-	2	14,28	-	-	4	28,57
KA	4	28,57	5	37,71	10	71,42	12	85,71	1	7,14	9	64,28
KA-BSAK	-	-	1	7,14	-	-	-	-	-	-	-	-
AK	4	28,57	1	7,14	-	-	-	-	2	14,28	-	-
Anlamama	6	42,85	6	42,85	4	28,57	-	-	11	78,57	1	7,14

Tablo 44. G okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT’ 4iii., 9. ve 10. sorularına verdikleri cevapların dağılımı

Anlama düzeyleri	4iii. soru				9. soru				10. soru			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son test	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
TA	-	-	3	14,28	-	-	-	-	-	-	6	28,57
KA	10	47,61	9	42,85	15	71,42	17	80,95		--	5	23,80
KA-BSAK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AK	4	19,04	2	9,52	-	-	-	-	-	-	-	-
Anlamama	7	33,33	7	33,33	6	28,57	4	19,04	21	100	10	47,61

ÇEKBAT'ın 4iii. sorusunda öğrencilerden fisyonu örnek bir tepkime üzerinden açıklamaları istenilmiştir. Bu soruda öğrencilerden bir ayrışma tepkimesi yazmaları ve fisyonun tanımını vermeleri beklenmektedir. Tablo 43'ten görüldüğü gibi A okulundaki öğrenciler ön testte 4'ü (%28,57) KA, 4'ü (%28,57) AK ve 6'sı (%42,85) Anlamama kategorilerinde cevaplar vermiştir. KA kategorisinde cevap veren öğrenciler fisyonun bir ayrışma tepkimesi olduğunu belirtmişlerdir. AK kategorisinde cevap veren öğrenciler ise fisyonun bir birleşme tepkimesi olduğunu belirtmişlerdir. Son testte ise 1'i (%7,14) TA, 5'i (%35,71) KA, 1'i (%7,14) KA-BSAK, 1'i (%7,14) AK ve 6'sı (%42,85) Anlamama kategorilerinde cevaplar vermiştir. KA kategorisinde cevap veren öğrenciler tanıyı yapıp örnek bir tepkime yazamamışlardır. KA-BSAK kategorisinde cevap veren Ö7 fisyonun bir ayrışma tepkimesi olduğunu belirtirken tepkime örneğinde ise birleşme tepkimesi yazmıştır. AK kategorisinde cevap veren Ö9 ise fisyonun ayrışma tepkimesi olduğunu belirtip birleşme tepkimesine örnek vermiştir. Tablo 44'ten görüldüğü gibi G okulundaki öğrenciler ön testte 10'u (%47,61) KA, 4'ü (%19,04) AK ve 7'si (%33,33) Anlamama kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. A okulundaki öğrencilerde olduğu gibi G okulundaki öğrenciler de ön testte KA kategorisinde fisyonun bir ayrışma tepkimesi olduğunu belirtmişlerdir. AK fisyonun bir birleşme tepkimesi olduğunu belirtmişler ve fisyonun örnek birleşme tepkimesi yazmışlardır. G okulundaki öğrenciler son testte ise 3'ü (%14,28) TA, 9'u (%42,85) KA, 2'si (%9,52) AK, ve 7'si (%33,33) Anlamama kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. KA kategorisinde cevap veren öğrenciler fisyon tanımını yapmış ya da sadece ayrışma tepkimesi yazmışlardır. AK kategorisinde cevap veren öğrenciler ise fisyonun birleşme tepkimesi olduğunu belirtmişlerdir.

ÇEKBAT'ın 9. sorusunda radyoaktiflikten kaynaklı tehlikelerden korunmak için alınacak tedbirler sorulmuştur. Bu soruda öğrencilerden; “İç radyasyondan korunmak için ortamın, giysilerin ve cildin radyoaktif madde ile bulaşmasını, radyoaktif maddelerin yiyecek ve solunum yolu ile vücuda girmesini önleyici önlemler alınmalıdır. Bu önlemler arasında; özel solunum cihazları, tam yüz maske ve filtreleri kullanılması, koruyucu elbiselerin giyilmesi, imkân olmaması durumunda mendil, havlu ile solunum yollarının kapatılması, kirlenen bölgedeki gıda ve su kullanılmaması sayılabilir. Dış radyasyondan korunmak için uzaklık, zaman ve zırhlama faktörlerinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.” cevabını vermeleri beklenmektedir. Ayrıca öğrencilerden; “Bir nükleer kazada, havaya radyoaktif iyot salınır. Teneffüs edilen iyodun büyük bir kısmı tiroit bezlerinde toplanır, bu nedenle tiroit bezleri yüksek oranda radyasyon dozuna maruz kalır.

Radyoaktif iyot tiroit bezlerinde toplanır. Radyoaktif olmayan iyot tabletlerinin doğru zamanda alınarak bu önlenabilir. Tedavi amaçlı tıbbi ışınlamalar hariç, radyasyona maruz kalmayı gerektiren uygulamalarda bireysel dozun büyüklüğü, ışınlanacak kişilerin sayısı, olası tüm ışınlamalar için, ekonomik ve sosyal faktörler göz önünde bulundurularak mümkün olan en düşük dozun alınmasının sağlanmasının gerekmektedir.” cevabını da vermeleri beklenmektedir. Tablo 43’ten görüldüğü gibi A okulundaki öğrenciler ön testte 10’u (%71,42) KA ve 4’ü (%28,57) Anlamama kategorisinde cevap verirken son testte ise 2’si (%14,28) TA ve 12’si (%85,71) KA kategorisinde cevaplar vermişlerdir. A okulundaki öğrencilerde son testte lehine TA ve KA kategorilerindeki cevap yüzdelerinde bir artış gerçekleşmiştir. Tablo 44’ten görüldüğü gibi G okulundaki öğrenciler ön testte 15’i (%71,42) KA ve 6’sı (%28,57) Anlamama kategorisinde cevap verirken son testte ise 17’si (%80,95) KA ve 4’ü (%19,04) Anlamama kategorisinde cevaplar vermişlerdir. G okulundaki öğrencilerde son test lehine KA kategorisindeki cevap yüzdesinde bir artış, Anlamama kategorisinin cevap yüzdesinde ise bir azalış görülmektedir.

ÇEKBAT’ın 10. sorusunda öğrencilerden çekirdek dönüşümü yoluyla doğada bulunmayan izotopların elde edilip edilemeyeceğini örneklendirerek açıklamaları istenilmiştir. Bu soruda öğrencilerden; “Çekirdek dönüşümü yoluyla doğada bulunmayan izotopların yapay olarak elde edilebileceği ve buna örnek olarak teknesyum-99 veya amerikyumun izotoplarının verilebilir” cevabını vermeleri beklenmektedir. Tablo 43’ten görüldüğü gibi A okulundaki öğrenciler ön testte 1’i (%7,14) KA, 2’si (%14,28) AK ve 11’i (%78,57) Anlamama kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. KA kategorisinde cevap veren Ö2 yapay olarak elde edilebileceğini belirtmiş ancak örneklendirememiştir. AK kategorisinde cevap veren Ö8 ve Ö9 doğada bulunmayan izotopların elde edilemeyeceğini belirtmişlerdir. A okulundaki öğrenciler son testte ise 4’ü (%28,57) TA, 4’ü (%64,28) KA ve 1’i (%7,14) Anlamama kategorilerine giren cevaplar vermişlerdir. KA kategorisinde cevap veren öğrenciler yapay olarak elde edilebileceğini belirtmiş ancak örneklendirememişlerdir. A okulundaki öğrencilerde son testte lehine TA ve KA kategorilerindeki cevap yüzdelerinde bir artış, Anlamama kategorisinde ise bir azalış gerçekleşmiştir. Tablo 44’ten görüldüğü gibi G okulundaki öğrencilerin hepsi (%100) ön testte bu soruya Anlamama kategorisinde cevap verirken son testte 6’sı (%28,57) TA, 5’i (%23,80) KA ve (%47,61) 10’u Anlamama kategorisinde cevaplar vermişlerdir. G okulundaki öğrencilerde son test lehine TA ve KA kategorilerindeki cevap yüzdelerinde bir artış, Anlamama kategorisinde ise bir azalış gerçekleşmiştir.

3.3.2. Ön ve Son Test Olarak Uygulanan ÇEKBAT'tan Alınan Toplam Puanlar

ÇEKBAT'ın yukarıda ayrıntılı olarak bahsedilen incelemesinin ardından A ve G okullarındaki öğrencilerin bu testin ön ve son test olarak uygulanmasından aldıkları toplam puanlar hesaplanmıştır. Her bir öğrencinin her iki testten aldıkları puanlar, karşılaştırmada kolaylık sağlaması açısından 100'lük sisteme dönüştürülmüş ve 100 üzerinden aldıkları puanlar hesaplanmıştır. A ve G okullarındaki her bir öğrencinin 100 üzerinden aldıkları puanların hesaplanmasının ardından, son testten aldıkları puanlar ile ön testten aldıkları puanlar arasındaki fark hesaplanmış ve bu değerler tablolastırılmıştır. A ve G okullarındaki öğrencilerin ön ve son testlerden aldıkları puanlar ve son test ile ön testten aldıkları puanlar arasındaki fark (değişim) Tablo 45 ve Tablo 46'da sunulmuştur.

Tablo 45. A okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'tan aldıkları toplam puanları ve bu puanların değişimleri

Öğrenci sayısı - (Öğrenci numarası)	A Okulu (N=14)		
	Toplam Puan (*)		Değişim (Son test-Ön test)
	Ön test	Son test	
1 (Ö1)	26	85	59
2 (Ö2)	29	76	47
3 (Ö3)	30	88	58
4 (Ö4)	36	73	37
5 (Ö5)	13	73	60
6 (Ö6)	30	89	59
7 (Ö7)	32	73	41
8 (Ö8)	26	86	60
9 (Ö9)	25	71	46
10 (Ö10)	33	76	43
11 (Ö11)	16	82	66
12 (Ö12)	28	71	43
13 (Ö13)	14	96	82
14 (Ö14)	32	89	57
Ortalama	26,43	80,57	

*Yüz (100) puan üzerinden öğrencilerin testten aldıkları toplam puanlar

Tablo 45'ten görüldüğü gibi A okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'tan aldıkları toplam puanlar incelendiğinde; ön test ortalamaları 26,43 son test ortalamaları 80,57'dir. Ön ve son test puanları arasındaki değişimin en fazla (82 puan) olduğu öğrenci Ö13'dür. Ön ve son test puanları arasındaki değişimin en az (37 puan) olduğu öğrenci Ö4'tür.

Tablo 46. G okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'tan aldıkları toplam puanlar ve bu puanların değişimleri

Öğrenci sayısı - (Öğrenci numarası)	G Okulu (N=21)		
	Toplam Puan (*)		Değişim(Son test-Ön test)
	Ön test	Son test	
1 (Ö15)	22	23	1
2 (Ö16)	21	49	28
3 (Ö17)	32	67	35
4 (Ö18)	18	57	39
5 (Ö19)	35	39	4
6 (Ö20)	28	77	49
7 (Ö21)	28	98	70
8 (Ö22)	25	35	10
9 (Ö23)	27	47	20
10 (Ö24)	41	87	46
11 (Ö25)	26	68	42
12 (Ö26)	33	74	41
13 (Ö27)	42	52	10
14 (Ö28)	16	51	35
15 (Ö29)	20	82	62
16 (Ö30)	31	57	26
17 (Ö31)	32	46	14
18 (Ö32)	43	55	12
19 (Ö33)	30	63	33
20 (Ö34)	37	38	1
21 (Ö35)	16	45	29
Ortalama	28,71	57,62	

*Yüz (100) puan üzerinden öğrencilerin testten aldıkları toplam puanlar

Tablo 46'dan görüldüğü gibi G okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'tan aldıkları toplam puanlar incelendiğinde; ön test ortalamaları 28,71 son test ortalamaları 57,62'dir.

Ön ve son test puanları arasındaki değişimin en fazla (70 puan) olduğu öğrenci Ö21’dir. Ön ve son test puanları arasındaki değişimin en az (1 puan) olduğu öğrenciler Ö15 ve Ö34’tür.

A ve G okullarındaki öğrencilerin ÇEKBAT’ın ön ve son test olarak uygulanmasından 100’lük sistemde aldıkları puanlar üzerinde tanımlayıcı istatistiksel analizler yapılmıştır. Ön ve son testlerden alınan puanlara ilişkin tanımlayıcı istatistiksel sonuçlar Tablo 47’de sunulmuştur.

Tablo 47. A ve G okullarındaki öğrencilerin ÇEKBAT’tan aldıkları ön ve son testlerdeki puanlarına ilişkin tanımlayıcı istatistik sonuçları

Okullar	Testler	N	Ortalama	Standart Sapma	En Düşük	En Yüksek
A	Ön test	14	26,43	1,92	13	36
	Son test	14	80,57	2,20	36	96
G	Ön test	21	28,71	1,78	16	43
	Son test	21	57,62	4,07	23	98

Tablo 47’den görüldüğü gibi, A okulunda ön testin 100 üzerinden ortalaması 26,43 olarak belirlenirken, son testin ortalaması 80,57 olarak tespit edilmiştir. G okulunda ise ön testin 100 üzerinden ortalaması 28,71 olarak belirlenirken, son testin ortalaması 57,62 olarak tespit edilmiştir. A ve G okullarındaki öğrencilerin ön ve son test puanlarına tanımlayıcı istatistiksel uygulamanın ardından, öğrencilerin testin farklı uygulamalarından aldıkları puanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek ve öğrencilerin uygulama öncesi başlangıç durumları ile uygulama sonrası durumlarını karşılaştırmak amacıyla, ÇEKBAT’tan elde edilen verilere Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi uygulanmıştır. Bu analizden elde edilen sonuçlar ise Tablo 48 ve Tablo 49’da verilmiştir.

Tablo 48. A okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT ön ve son test puanları için yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları

Son test - Ön test	n	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	z	p
Negatif sıra	0	0	0		
Pozitif sıra	14	7,5	105	3,298*	0,001
Eşit	0				

*Negatif sıralar temeline dayalı

A okulundaki öğrencilerin ÇEKÖRM'ün uygulama öncesi ve uygulama sonrası ÇEKBAT puanlarında anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları Tablo 48'de verilmiştir. Analiz sonuçları, A okulundaki öğrencilerin uygulama öncesi ve uygulama sonrası ÇEKBAT'dan aldıkları puanları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($z=3,298$, $p<.05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve puanları dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar yani son test lehine olduğu görülmektedir.

Tablo 49. G okullarındaki öğrencilerin ÇEKBAT ön ve son test puanları için yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi

Son test - Ön test	n	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	z	p
Negatif sıra	0	0	0		
Pozitif sıra	21	11	231	4,015*	0,00
Eşit	0				

*Negatif sıralar temeline dayalı

G okulundaki öğrencilerin ÇEKÖRM'ün uygulama öncesi ve uygulama sonrası ÇEKBAT puanlarında anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları Tablo 49'da verilmiştir. Analiz sonuçları, G okulundaki öğrencilerin uygulama öncesi ve uygulama sonrası ÇEKBAT'dan aldıkları puanları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($z=4,015$, $p<.05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve puanları dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar yani son test lehine olduğu görülmektedir.

3.4. Yarı Yapılandırılmış Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular

Bu başlık altında öğrencilerin anlamalarına ve ÇEKÖRM ve öğretim sürecine ilişkin yarı yapılandırılmış mülakat sorularından elde edilen bulgular sunulmuştur.

3.4.1. Yarı Yapılandırılmış Mülakatlardan Elde Edilen Öğrenci Anlama ile İlgili Bulgular

Araştırmanın “Geliştirilen materyalin öğrencilerin Çekirdek Kimyası ünitesindeki kavramsal anlamalarına etkisi nasıldır?” şeklinde ifade edilen alt amacına yönelik

kavramsal değişimin derinlemesine incelenmesi amacıyla kavramsal değişiminin en az (Ö10,Ö12,Ö19,Ö35), orta (Ö5,Ö11,Ö28,Ö33) ve en çok (Ö1,Ö2,Ö21,Ö26) düzeyde değiştii toplam 12 öğrenci ile mülakatlar yürütölmüştür. Bu bölümde yapılan mülakatlardan elde edilen bulgular yer almaktadır. Bulgular her soru altında verilen öğrenci cevapları özetlenerek ve öğrenci cevaplarından doğrudan alıntılar yapılarak sunulmuştur.

Mülakatın ilk sorusu, “atom altı tanecikler” ile ilgili anlamaları araştırmaktadır. Bu soru öğrencilerin atom altı tanecik, kuark, antikuark, lepton, antilepton, proton, pozitron, elektron, nötron kavramları ile ilgili anlamalarını araştırmak amacıyla geliştirilmiştir. Öğrencilere mülakatta sorulan ilk soru şöyledir: “Atom altı tanecik denilince aklınıza ne geliyor? Örneklendirip açıklar mısınız?”

Mülakatların gerçekleştirildiği öğrencilerden bazıları bu soruya bilimsel bilgi ile tutarlı cevaplar verirken, bazıları bilimsel olarak yanlış ya da kavram yanlışlı cevaplar vermişlerdir.

Kavramsal değişimin en yüksek düzeyde gerçekleştiği Ö1, Ö2, Ö21 ve Ö26 bu soruya bilimsel bilgilerle tutarlı cevaplar vermişlerdir. Ö2’in mülakatında dikkat çeken nokta pozitronun antilepton olduğunu söyleyememiş olmasıdır. Ö21 ise antilepton ve antikuarkları hatırlayamamış ve bunları örneklendirememiştir.

Kavramsal değişimin en yüksek düzeyde gerçekleştiği Ö1, Ö2, Ö21 ve Ö26’nın mülakatlarında ilişkili kısımlar aşağıda verilmiştir:

Ö1: Kuarklar, leptonlar geliyor. Hem kuarklar hem leptonlar... onların zıtları da var, antikuark ve antileptonlar. Kuarklar denilince proton ve nötron, leptonlar denilince elektronlar. Elektronun zıttı pozitron. Proton ve nötron kuarklardan oluşur. Proton denilince pozitif yük, ve nötronlar denilince nötr yük. Lepton denilince de elektronlar geliyor alkıma. Elektron negatif yüklü, pozitron pozitif yüklüdür. Proton ve nötron kuarklardan oluştuğu için, içyapıları olduğu için temel parçacık değildirler. Proton ve nötron çekirdeği oluştururlar. Leptonlar elektrondur ve temel parçacıktır.

A: Leptonlar temel parçacık mı?

Ö2: Evet.

A: Proton ve nötron temel parçacık mı?

Ö2: Değil.

A: Neden?

Ö2: Çünkü onlar kendilerini oluşturan daha alt parçacıklardan yani kuarklardan oluşuyor.

A: O zaman kuark ve lepton temel parçacık mı?

Ö2: Evet.

Ö21: Proton ve nötronu oluşturan kuarklar geliyor aklıma. Proton ve nötron temel parçacık değil kuarklardan oluşukları için. Elektron lepton ailesinden ve temel parçacık. Çünkü daha alt parçacıkları yok.

Ö26: Proton, nötron, elektronlar. Proton ve nötron kuarklardan oluşmuştur ve temel parçacık değildirler. Elektronlar lepton ailesine dâhildir ve daha alt parçacıkları yoktur ve temel parçacık kabul edilirler. Bir de bunların anti maddeleri vardır. Antikuark, antilepton. Pozitron antileptondur.

Kavramsal değişimin orta düzeyde gerçekleştiği öğrenciler genelde bilimsel bilgilerle tutarlı cevaplar vermişlerdir. Öğrenciler atom altı tanecik denilince kuarkları, leptonları anladıklarını ve bunların temel parçacık sayıldığını ifade etmişlerdir. Ö33 ise diğerlerinden farklı olarak kuarkların ve leptonların anti maddeleri olduğunu belirtmiş ancak bu maddelere örnek verememiştir. Öğrencilerin açıklamaları aşağıda yer almaktadır:

Ö5: Elektronları, kuarkları yani temel tanecikleri anlıyorum. Elektronlar temel tanecik oluşturan başka bir parçacık yok lepton ailesinden bunlar. Leptonlar ve kuarklar temel parçacık kabul ediliyorlar. Bir de zıtları vardı ama net hatırlamıyorum.

Ö11: Elekton, proton, nötron yani kuark ve lepton. Elektron lepton diğerleri kuarklardan oluşuyordu. Kuarklar ve leptonlar temel parçacıktır.

Ö28: Elektronlar temel parçacıklardır. Lepton ailesinden olduğu için. Proton ve nötron temel parçacık sayılmazlar, çekirdeğin içinde bulundukları için yani kuarklardan oluştuğu için. Başka şeylerden bahsetmiştik ama net hatırlayamıyorum.

Ö33: Atomu oluşturan temel parçacıklar yani kuarklar ve leptonlar aklıma geliyor.

A: Kuarklar ve leptonlar denilince ne anlıyorsun?

Ö33: Kuarklar proton ve nötron, leptonlar ise elektronlar. Bir de bunları oluşturan anti maddeleri yani antilepton ve antikuarklar vardı.

A: Antileptona örnek verebilir misin?

Ö33: Hatırlayamadım.

Kavramsal değişimin en düşük düzeyde gerekleştii öğrencilerden Ö10 bilimsel bilgiler ile tutarlı cevaplar vermiştir. Ö12'nin açıklamalarında dikkat çeken önemli bir husus, “pozitron” ve “nötron” kavramlarını karıştırması ve bu kavramları birbirlerinin yerine kullanmasıdır. Ö19'un mülakatında dikkat çeken önemli husus ise kimya dersi ile ilgili çekirdek kavramını biyoloji dersindeki sitoplazma kavramı ile ilişkilendirmesidir. Ö19 ve Ö35'in atomun yörüngelerinde elektronların olduğu ve Ö35'in ayrıca atom altı tanecik olarak elektrotu da tanımlaması bilimsel bilgilerle örtüşmemektedir. Öğrencilerin ifadeleri ve öğrencileri ile araştırmacı arasında geçen diyaloglar aşağıda verilmiştir:

Ö10: Kuark ve lepton. Proton ve nötron kuarklardan oluşuyor. Elektronlar lepton ailesinden. Kuarklar ve leptonların anti maddeleri antikuarklar ve antileptonlar var.

Ö12: Kuarklar, leptonlar vardı. Proton ve nötron kuarktı, elektronlar leptondur.

A: Başka neler geliyor aklına?

Ö12: Antikuark ve antileptonlar vardı.

A: Leptona örnek elektron dedin, antileptona örnek verebilir misin?

Ö12: Nötron.

A: Nötron kuark dedin, kuarklarda o zaman lepton mu?

Ö12: Yok değil. Hocam unuttum şimdi, hatırlayamadım.

Ö19: Atomun parçaları geliyor.

A: Atomun parçaları derken neyi ya da neleri kastediyorsun?

Ö19: Çekirdek mesela.

A: Çekirdeğin içinde neler var peki?

Ö19: Sitoplazma filan onu mu soruyorsunuz?

A: Atomun çekirdeğinde neler olduğunu soruyorum.

Ö19: Elektron var.

A: Başka?

Ö19: Atomun yörüngesi var ve yörüngede elektron var. Başka da bir şey aklıma gelmiyor.

Ö35: Elektron, proton, nötron. Atomun parçaları aklıma geliyor. Ayrıca elektrot da var. Elektronlar yörüngelerde ve çekirdekte bulunuyor. Atomun her yerinde elektron var.

Mülakatın ikinci sorusu “karalılık kuşağı” ile ilgili anlamaları araştırmaktadır. Bu soru öğrencilerin kararlılık kuşağı, atom çekirdeğinin n/p oranları, atom çekirdeğinin n/p

oranlarına göre grafiğin neresinde yer alacağına karar verme gibi kavram ve anlamaları araştırmak amacıyla geliştirilmiştir. Mülakatın ikinci sorusu şöyledir: “Kararlılık kuşağı denilince aklınıza ne geliyor? Açıklar mısınız?” Örneklemdaki öğrencilerden bazıları bu soruya bilimsel bilgi ile tutarlı cevaplar verirken, bazıları bilimsel olarak yanlış ya da kavram yanılgılı cevaplar vermişlerdir.

Kavramsal değişimin en yüksek düzeyde gerçekleştiği öğrencilerden olan Ö1 ve Ö21 bilimsel bilgilerle tutarlı cevaplar vermişlerdir. Ö2’nin ifadelerinde öne çıkan husus, grafiğin 1. ve 2. bölgelerini karıştırıyor ve bu bölgeleri birbirlerinin yerine kullanıyor olmasıdır. Ö26’nın ifadelerinde ise öne çıkan husus, bir atomun kararlılık kuşağında yer alması için n/p oranının 1’den küçük olması gerektiğini söylemesidir. Öğrencilerin ifadeleri aşağıda verilmiştir:

Ö1: Kararlılık kuşağı denilince aklıma grafik geliyor. 1., 2. ve 3. bölge diye. Bu bölgelerde olan atom çekirdekleri bazı ışımlar yaparak mesela nötron sayısını artırarak ya da proton sayısını artırarak kararlılık kuşağına yaklaşmak istiyor. n/p oranı 1.5 büyük ise 1. bölgede yer alıyor. 1. bölgedekiler kararsız. Kararlılık kuşağında yer alan atomların n/p oranı 1’dir.

Ö2: Bir grafik vardı. Onu anlıyorum hani kararlı olanlar n/p oranı 1’e eşit olanlar. Bunlar kararlılık kuşağında yer alıyor. $n/p < 1.5$ ise 1. bölge, $n/p > 1.5$ ise 2. bölgede yer alıyorlar. Bu kuşak ikisinin arasındaki n/p 1’e eşit olan bölgedir.

Ö21: Atom çekirdeklerin n/p oranına göre hangi bölgede yer alacağını gösteren bir grafik vardı. Bu grafiğe göre; n/p 1’e eşit olan bölge kararlılık kuşağı, $n/p > 1.5$ ise kararsız $n/p < 1.5$ ise az kararlı, bu oran 1’e eşit ise kararlıdır.

Ö26: Bir atomun n/p oranına göre grafiğin hangi bölgesinde yer alacağına karar veriyorduk. $n/p > 1.5$ kararsız, kararlılık kuşağında yer alması için bu oranın 1’den küçük olması gerekiyordu.

Kavramsal değişimin orta düzeyde gerçekleştiği öğrenciler Ö11 ve Ö33 bilimsel bilgilerle tutarlı cevaplar vermişlerdir. Ö28’in ifadelerinde öne çıkan husus, 1. ve 2. bölgeyi karıştırıyor ve birbirinin yerine kullanıyor olmasıdır. Ö5 ise bilimsel bilgilerle tutarlı cevaplar vermiş ancak bölgeler ile ilgili açıklama yapamamıştır. Öğrencilerin ifadeleri aşağıda verilmiştir:

Ö5: Kararsız atomlar ışımlar yaparak kararlı olmak istiyor. Bir atomda n/p oranı eşit ise kararlılık kuşağında yer alıyor. Bu oran 1,5'dan büyük ise kararsız oluyorlar.

A: Bu oran 1,5'dan büyük ise atom çekirdeği hangi bölgede yer alıyor?

Ö5: Hatırlayamadım.

Ö11: Atomlar $n/p=1$ kararlılık kuşağında, $n/p >1.5$ kararsız ve 1. bölge, bu oran 1.5'dan küçükse 2. bölgede yer alırlar.

Ö28: $n/p=1$ kararlılık kuşağında $n/p >1.5$ kararsız ve 2. bölge bu oran 1.5'dan küçükse 1. bölgede yer alırlar.

Ö33: Her atom kararlı olmak ister ve kararlılık kuşağında yer almak ister. Atomlar, $n/p=1$ kararlılık kuşağında, $n/p >1.5$ kararsız ve 1. bölge, bu oran 1.5'dan küçük veya eşitse 2. bölgede yer alırlar.

Kavramsal değişimin en düşük düzeyde gerçekleştiği öğrencilerden Ö10 bilimsel bilgilerle tutarlı cevaplar vermiştir. Ö12 bir atomun n/p oranına göre grafiğin hangi bölgesinde yer alacağı ile ilgili bilimsel olarak tutarlı olmayan ve kavram yanılgısı içeren cevap vermiştir. Ö19 ve Ö35'in soru ile ilişkisiz ve bilimsel olarak yanlış cevaplar verdikleri ifadelerinden anlaşılmaktadır. Öğrencilerin ifadeleri aşağıda verilmiştir:

Ö10: Atomların n/p oranına göre karar verebiliyoruz. $n/p=1$ ise kararlılık kuşağında. 1. bölgede yer alıyorsa bu oran 1.5'tan büyük, küçük ya da eşitse 2. bölgede diye hatırlıyorum.

Ö12: Bir atomun nerede yer aldığı bulabiliyoruz. $n/p=1.5$ ise kararlılık kuşağında, $n/p>1.5$ ise 2. bölge, $n/p<1.5$ ise 1. bölgede.

A: n/p oranı 1'e eşit olursa nerede yer alır?

Ö12: Öyle bir şey olmaz hocam.

A: Bir atomda nötron sayısı proton sayısına eşit olmaz mı?

Ö12: Olur ama bu atom kararlılık kuşağında yer almaz.

Ö19: Elektron alışverişi, yük alışverişi yani hatırlamıyorum.

Ö35: Soygazların bulunduğu bölgeler 8A grubu.

A: Bir atomun n/p oranı sana neyi hatırlatıyor?

Ö33: Bu oran elektron sayısını verir.

Mülakatın üçüncü sorusu “etkin doz, biyolojik eşdeğer doz ve absorblanmış doz” kavramları ile ilgili anlamaları araştırmaktadır. Bu soru öğrencilerin bu kavramlar ile fikirlerini ve tanımlamalarını araştırmak amacıyla geliştirilmiştir. Mülakatın üçüncü sorusu şöyledir “Etkin doz, absorblanmış doz ve biyolojik eşdeğer doz kavramları denilince aklına ne geliyor? Açıklar mısınız?” Örneklemeindeki öğrencilerden bazıları bu soruya bilimsel bilgiler ile tutarlı cevaplar verirken, bazıları bilimsel olarak yanlış ya da kavram yanlışlı cevaplar vermişlerdir.

Kavramsal değişimin en yüksek düzeyde gerçekleştiği öğrenciler bilimsel bilgilerle tutarlı cevaplar vermişlerdir. Öğrencilerden hiçbiri etkin doz kavramını açıklayamamıştır.

Ö1: Etkin dozu bilmiyorum. Biyolojik eşdeğer doz: Absorblanmış dozun Q ile çarpımıdır.

A: Q nedir?

Ö1: Bağlı biyolojik etkinlik denilen bir faktördür. Absorblanmış dozu hatırlayamadım.

Ö2: Absorblanmış doz, radyasyona maruz kalmış bir dokuda biriken enerjydi. Biyolojik eşdeğer doz: Absorblanmış dozun Q ile çarpımıdır.

A: Q nedir?

Ö2: Bir faktördü.

A: Etkin doz?

Ö2: Hatırlayamadım.

Ö21 ve Ö26 absorblanmış dozu ve biyolojik eşdeğer dozu ifade etmiş ancak etkin doz kavramını açıklayamamışlardır. Ö21'in açıklaması aşağıdaki gibi olmuştur:

Ö21: Etkin dozu bilmiyorum. Absorblanmış doz, bir dokunun absorbladığı ışınlardan depolanan enerjidir. Biyolojik eşdeğer doz, Absorblanmış dozun Q ile çarpımıdır. Q radyasyonun yol açacağı zararı gösteren bağlı bir sabit.

Kavramsal değişimin orta düzeyde gerçekleştiği öğrencilerde bilimsel bilgiler ile tutarlı cevapların yanı sıra kavram yanlışlı cevaplara da rastlanılmıştır. Ö5 ve Ö11 etkin doz kavramını ve Q sabitini açıklayamamışlardır. Ö28 ve Ö33 ise absorblanmış doz kavramı ile biyolojik eşdeğer doz kavramlarını birbirinin yerine kullanmışlar, etkin doz kavramını açıklayamamışlardır. Kavramsal değişimin düşük düzeyde gerçekleştiği

öğrencilerde kavram yanılgılı cevaplara rastlanılmıştır. Mülakatın ilgili sorusuna yönelik Ö10 ve Ö33'ün ifadeleri aşağıdaki gibidir:

Ö10: Etkin dozu bilmiyorum. Absorblanan doz, biyolojik eşdeğer dozun Q ile çarpımıdır.

A: Q nedir?

Ö10: Q bir birimdir.

Ö33: Eşdeğer doz ile absorblanmış doz aynı kavramlardır. Etkin dozu bilmiyorum.

Mülakatın dördüncü sorusu “doğal ve yapay radyoaktiflik” ile ilgili anlamaları araştırmak amacıyla geliştirilmiştir. Mülakatın dördüncü sorusu şöyledir: “Günlük hayatımızı devam ettirirken, radyasyona maruz kalıyor muyuz? Eğer kalıyorsak bu radyasyon kaynakları nelerdir? Açıklar mısınız?” Kavramsal anlamının her düzeyde gerçekleştiği öğrenciler bilimsel bilgiler ile tutarlı cevaplar vermişlerdir. Ö19'un mülakatında dikkat çeken nokta, yapay radyasyon kaynaklarından bahsedip doğal radyasyon kaynaklarını hatırlayamaması; Ö35'in mülakatında dikkat çeken nokta ise Ö19'un tam tersi olarak doğal radyasyon kaynaklarından bahsedip yapay radyasyon kaynaklarını hatırlayamamasıdır. Mülakatın ilgili sorusuna yönelik öğrenci ifadeleri aşağıdaki gibidir:

Ö1: Bulunduğumuz ortamda bile radyasyona maruz kalırız. Bunun sebebi, doğal ve yapay radyasyon kaynaklarıdır. Güneş doğal radyasyon kaynağıdır, cep telefonu ve televizyon yapay radyasyon kaynağıdır.

Ö2: Günlük hayatımızda ilk önce güneşten gelen zararlı ışınlardan dolayı radyasyona maruz kalıyoruz ve bu doğal kaynaklı oluyor. Bunun haricinde insanların ürettiği yapay kaynaklı bilgisayarlar, televizyon, cep telefonu gibi teknolojik aletlerden yayılan radyasyona maruz kalıyoruz.

Ö5: Telefonlardan dolayı yapay kaynaklı radyasyona, ozon tabakasını geçerek uzaydan gelen kozmik ışınlardan dolayı doğal kaynaklı radyasyona maruz kalıyoruz.

Ö10: Cep telefonları, televizyonlardan ve güneşten dolayı radyasyona maruz kalıyoruz. Elektronik cihazlar yapay radyasyon kaynağı, güneş doğal radyasyon kaynağıdır.

Ö11: Doğal ve yapay radyasyon kaynaklarından dolayı günlük hayatımızda radyasyona maruz kalıyoruz. Doğala örnek güneş ışınları; yapaya örnek röntgen cihazıdır.

Ö12: Kullandığımız cep telefonları ve televizyonlardan dolayı yapay kaynaklı, doğada bulunan yani toprakta bulunan radon gazından dolayı da doğal kaynaklı radyasyona maruz kalıyoruz.

Ö19: Günlük hayatımızda telefon ve tıbbi uygulamalar gibi insanların kendilerinin yaptığı yapay kaynaklı radyasyona maruz kalıyoruz. Yapay kaynaklı radyasyondan başka da radyasyona maruz kalmıyoruz.

Ö21: Yapay doğal kaynaklardan yayılan radyasyona maruz kalıyoruz. Cep telefonu ve televizyondan yayılan yapay, uzaydan gelen kozmik ışınlar ve radon gazı doğaldır.

Ö26: Günlük hayatımızda televizyon, cep telefonu ve nükleer denemeler gibi yapay radyasyon kaynaklarından ve vücudumuzdaki radyoizotoplardan ve topraktaki radon gazı gibi doğal radyasyon kaynaklarından yayılan radyasyona maruz kalıyoruz.

Ö28: Televizyon ve telefonlardan dolayı yapay kaynaklı; kozmik güneş ışınlarından dolayı doğal kaynaklı radyasyona maruz kalıyoruz.

Ö33: Elektronik cihazlardan, topraktaki radon gazı ve güneş ışınlarından kaynaklı radyasyona maruz kalıyoruz.

Ö35: Güneşten gelen ışıklardan dolayı radyasyona maruz kalıyoruz, aklıma başka örnek gelmiyor.

Mülakatın beşinci sorusu “alfa, beta ve gama” ışınlarının giricilikleri ve iyonlaştırma özellikleri ile ilgilidir. Bu soruda öğrencilerden alfa, beta ve gama ışınlarının giricilik ve iyonlaştırma özelliklerini karşılaştırmaları istenilmiştir. Mülakatın beşinci sorusu şöyledir: “Alfa, beta ve gama ışınlarını giricilikleri ve iyonlaştırma özellikleri bakımından karşılaştırınız? Neden böyle söylediniz? Açıklar mısınız?” Kavramsal değişimin en yüksek düzeyde gerçekleştiği öğrenciler bilimsel bilgiler ile tutarlı cevaplar vermişlerdir. Ancak, kavramsal değişimin orta ve düşük düzeyde gerçekleştiği öğrencilerde kavram yanılgılı cevaplara rastlanılmıştır. Ö11, Ö19, Ö33 ve Ö35’in mülakatlarında ilgili kısımlar aşağıdaki gibidir:

Ö11: Giriciliği en fazla olan betadır ve en az girgin olan gamadır. İyonlaştırma özelliklerini bilmiyorum.

Ö19: İyonlaştırma özelliği en fazla olan gamadır. Giriciliği en az olan gamadır. Gama ışınları kâğıttan bile geçemez.

Ö33: Beta ışınları kâğıttan geçemez ve dolayısıyla iyonlaştırması en fazla olan betadır.

Ö35: Alfa ışınları en girgin olanıdır. Gama ışınlarının da iyonlaştırma özelliği en fazladır.

Mülakatın altıncı sorusu “çekirdek dönüşümü” ile ilgilidir. Bu soru öğrencilerin çekirdek dönüşümü hakkında anlamalarını araştırmak amacıyla geliştirilmiştir. Mülakatın altıncı sorusu şöyledir: “Çekirdek dönüşümü yoluyla doğada bulunmayan izotoplar elde edilebilir mi? Örneklendirip açıklayabilir misiniz?” Mülakatın altıncı soruna öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde kavramsal değişimin yüksek, orta ve en düşük düzeyde gerçekleştiği öğrencilerin bilimsel bilgiler ile tutarlı cevaplar verdiği görülmektedir. Ancak bazı öğrenciler yapay olarak elde edilebileceğini söylemelerine rağmen bu duruma örnek verememişlerdir. Ö1, Ö2, Ö5, Ö12, Ö19 ve Ö35’in açıklamaları aşağıdaki gibidir:

Ö1: Arkadaşlar sunum sırasında da söylemişlerdi, amerikyum-243 doğal olarak bulunmadığı halde yapay yollarla elde edilebiliyormuş.

Ö2: Teknusyum-99 yapay olarak elde edilebiliyor.

Ö5: Evet yapay yolla elde edilebilir ama örnek aklıma gelmiyor.

Ö12: Elde edilebilir ama nasıl elde edilebileceğini bilemiyorum.

Ö19: Doğal olmayan yani yapay yollarla elde edilebilir.

Ö35: Elde edilebilir yapay yollarla ama örnek şuan vermeyeceğim, unuttum.

Mülakatın yedince sorusu “Çernobil Nükleer Kazası” ile ilgilidir. Bu soru öğrencilerin 1986 yılında gerçekleşmiş olan Çernobil Nükleer Kazası hakkında anlamalarını araştırmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Mülakatın gerçekleştiği öğrencilerden Ö21 hariç diğer öğrenciler bu nükleer kaza ile ilgili genel bilgilere sahiptirler. Ö21 ise bu nükleer kaza ile ilgili detaylı bilgiye sahiptir. Soru ile ilgili Ö1, Ö2, Ö12, Ö19 ve Ö35’in açıklamaları aşağıdaki gibidir.

Ö1: Çalışanın dikkatsizliği sonucu meydana gelen küçük bir hatanın büyük sonuçları geliyor aklıma. Çernobil’de oldu. Çevreye çok fazla miktarda zarar verdi.

Ö2: Nükleer santraldeki hata sonucu oldu. Çevreye çok fazla miktarda radyoaktif maddeler yayıldı ve çevreye zararı çok fazla oldu. Çoğu insan evlerini, oturdukları yerleri terk etmek zorunda kaldı.

Ö12: Santralde deney sonucunda hata yapıldı ve patlama oldu. Çevreye ve insanlara çok fazla zarar verdi.

Ö19: Çernobil’de patlama oldu. Zehirli gaz açığa çıktı ve çevreye çok fazla miktarda zarar verdi.

Ö35: Çernobil’de büyük bir patlama oldu. Çevreye çok fazla miktarda radyasyon yayıldı. Bu patlama sonucunda çevreye ve insanlara çok fazla zarar verildi.

Mülakatın 8. sorusu “füzyon ve fisyon” ile ilgili anlamaları araştırmaktadır. Bu soruda öğrencilerden enerji ihtiyacını karşılamak için nükleer reaksiyon çeşitlerinden hangisini neden tercih edeceklerini açıklamaları istenilmiştir. Mülakatın sekizinci sorusu: “Günümüzün önemli problemlerinden biri olan enerji ihtiyacını karşılamak için nükleer reaksiyonların hangi çeşidini tercih ederdiniz? Neden?” şeklindedir. Kavramsal değişimin en yüksek ve orta düzeyde gerçekleştiği öğrenciler bilimsel bilgiler ile tutarlı cevaplar vermişlerdir. Ö2 ve Ö28’in soru ile ilgili açıklamaları aşağıdaki gibidir:

Ö2: Füzyon. Füzyonun başlaması için gereken enerji atom bombasında açığa çıkan enerji kadar enerji gerekliydi, açığa çıkan enerjide çok fazla. Dolayısıyla füzyon kontrol edilebilirse yeni bir enerjiye kavuşulmuş olunacaktır.

Ö28: Füzyon. Füzyon ayrıştırma tepkimesidir. Daha fazla enerji açığa çıkar.

Kavramsal değişimin en düşük düzeyde gerçekleştiği öğrencilerin bazıları kavram yanılgılı cevaplar vermişlerdir. Ö19 ve Ö35’in soru ile ilgili açıklamaları aşağıdaki gibidir:

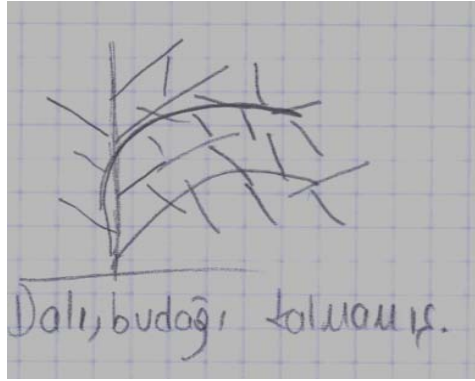
Ö19: Fisyonudur. Fisyon tepkimeleri birleşme tepkimesidir ve daha çok enerji açığa çıkar. Fisyonu başlatabilmek için füzyonda açığa çıkan kadar enerji gerekmektedir.

Ö35: Fisyon çünkü güneş ve yıldızlardaki enerjilerin kaynağı fisyonudur.

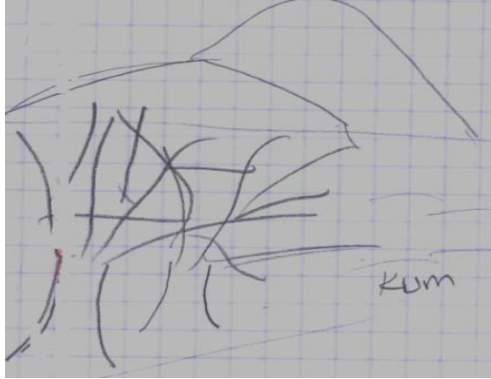
Mülakatın son sorusu “radyasyonun canlılar üzerine etkileri” ile ilgili anlamaları araştırmaktadır. Bu soruda öğrencilerden yüksek seviyede radyasyona maruz kalmış bir bitki, bir hayvan ve bir insan resmi çizimleri istenilmiştir. Mülakatın son sorusu:

“Radyasyona maruz kalmış bir insan, bir bitki ve bir hayvan resmi çizer misiniz?” şeklindedir.

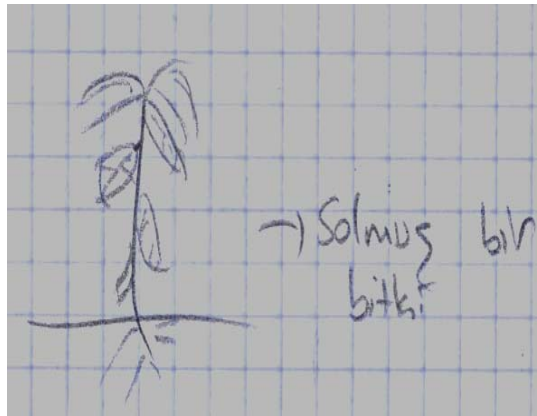
Kavramsal değişimin en yüksek düzeyde gerçekleştiği öğrencilere ait yüksek düzeyde radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) bitki çizimleri aşağıdaki gibidir:



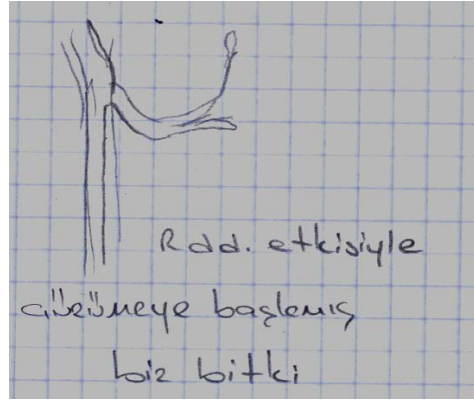
Şekil 33. Ö1'in r.m.k. bitki çizimi



Şekil 34. Ö2'nin r.m.k. bitki çizimi



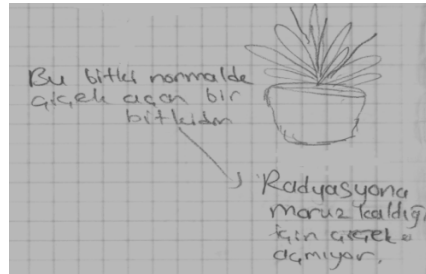
Şekil 35. Ö21'in r.m.k. bitki çizimi



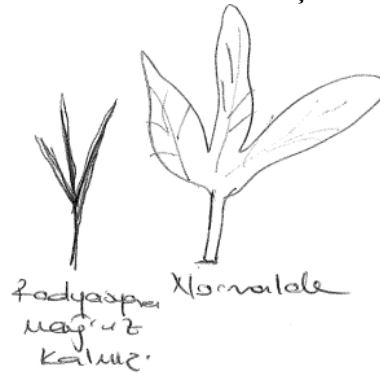
Şekil 36. Ö26'nın r.m.k. bitki çizimi

Şekil 33, 34, 35 ve 36'dan görüldüğü gibi kavramsal değişimin yüksek düzeyde gerçekleştiği öğrenciler yüksek düzeyde radyasyon dozuna maruz kalmış bir bitkiyi solmuş, çürümeye başlamış ve dalı ve yapısı bozulmuş olarak çizmişlerdir. Bu çizimler bilimsel bilgiler ile tutarlılık göstermektedir.

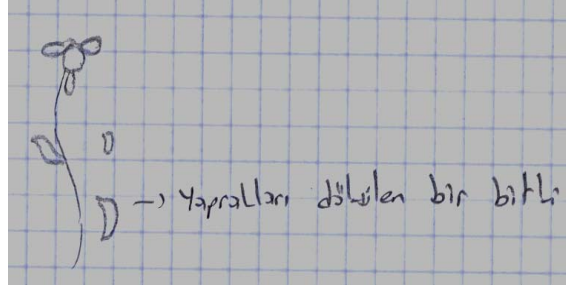
Kavramsal değişimin orta düzeyde gerçekleştiği öğrencilere ait yüksek düzeyde radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) bitki çizimleri aşağıdaki gibidir:



Şekil 37. Ö5'in r.m.k. bitki çizimi



Şekil 38. Ö11'in r.m.k. bitki çizimi



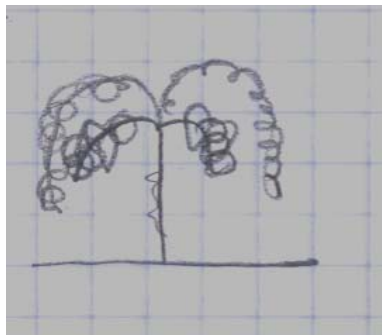
Şekil 39. Ö28'in r.m.k. bitki çizimi



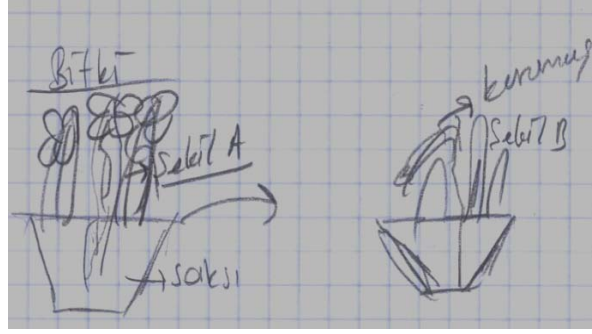
Şekil 40. Ö29'un r.m.k. bitki çizimi

Şekil 37, 38, 39 ve 40'dan görüldüğü gibi kavramsal değişimin orta düzeyde gerçekleştiği öğrenciler yüksek düzeyde radyasyona maruz kalmış bir bitkiyi, normalde çiçek açtığı halde radyasyonun etkisi ile çiçek açamayan, yaprakları dökülen ve gelişememiş olarak çizmişlerdir. Bu çizimler bilimsel bilgiler ile tutarlılık göstermektedir.

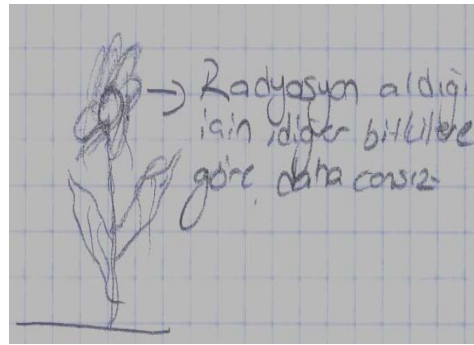
Kavramsal değişimin düşük düzeyde gerçekleştiği öğrencilere ait yüksek düzeyde radyasyona maruz kalmış bitki çizimleri aşağıdaki gibidir:



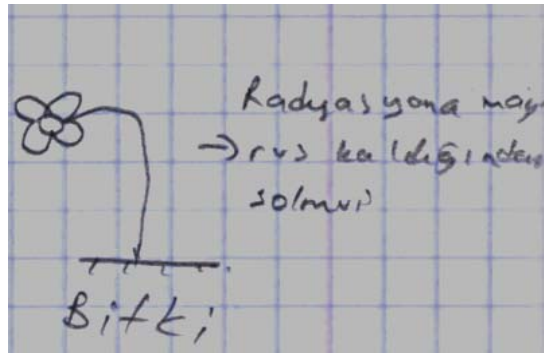
Şekil 41. Ö10'un r.m.k. bitki çizimi



Şekil 42. Ö12'nin r.m.k. bitki çizimi



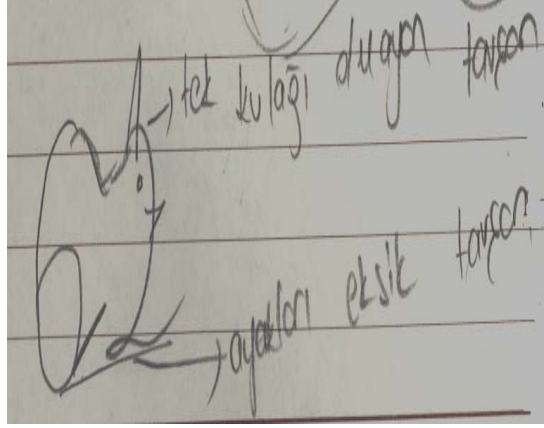
Şekil 43. Ö19'un r.m.k. bitki çizimi



Şekil 44. Ö35'in r.m.k. bitki çizimi

Şekil 41, 42, 43 ve 44'ten görüldüğü gibi kavramsal değişimin düşük düzeyde gerçekleştiği öğrenciler, yüksek düzeyde radyasyon dozuna maruz kalmış bir bitkiyi kurumuş, solmuş, radyasyona maruz kalmayan diğer bitkilere göre daha cansız olarak çizmişlerdir. Bu çizimler bilimsel bilgilerle tutarlılık göstermektedir.

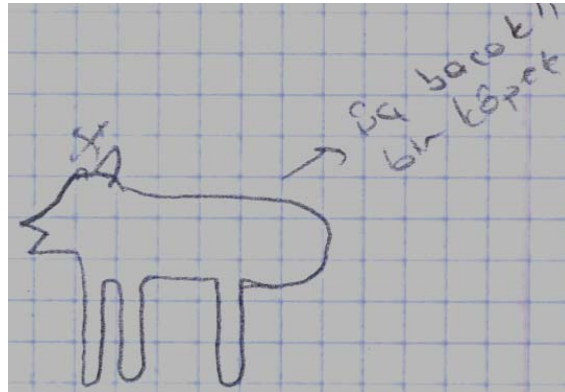
Kavramsal değişimin en yüksek düzeyde gerçekleştiği öğrencilere ait yüksek düzeyde radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) bir hayvan çizimleri aşağıdaki gibidir:



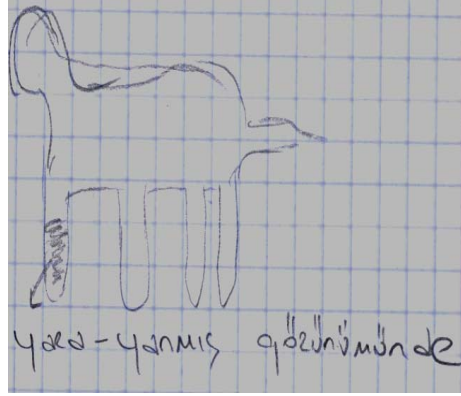
Şekil 45. Ö1'in r.m.k. hayvan çizimi



Şekil 46. Ö2'nin r.m.k. hayvan çizimi



Şekil 47. Ö21'in r.m.k. hayvan çizimi



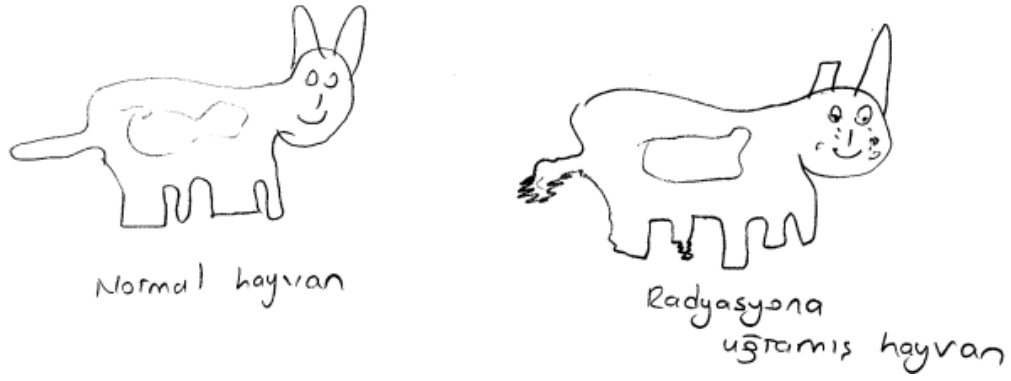
Şekil 48. Ö26'nın r.m.k. hayvan çizimi

Şekil 45, 46, 47 ve 48'den görüldüğü gibi kavramsal değişimin en yüksek düzeyde gerçekleştiği öğrenciler yüksek düzeyde radyasyona maruz kalmış bir hayvanı, ayakları ve kulağı olmayan, kolsuz ve bacaksız, bacağına yara görünümünde yanıkları olanlar ve normalde dört bacağı olması gerekirken radyasyonun etkisi ile üç bacaklı olarak çizmişlerdir. Bu çizimler, yüksek düzeyde radyasyonun ne gibi kalıtsal bozukluklara sebebiyet verebileceği ile ilgili olup bilimsel bilgiler ile tutarlılık göstermektedir.

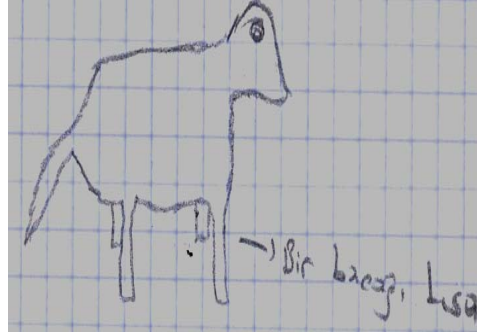
Kavramsal değişimin orta düzeyde gerçekleştiği öğrencilere ait yüksek düzeyde radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) bir hayvan çizimleri aşağıdaki gibidir:



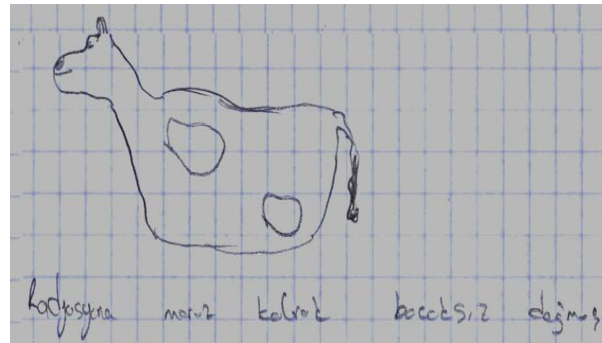
Şekil 49. Ö5'in (r.m.k.) hayvan çizimi



Şekil 50. Ö11'in (r.m.k.) hayvan çizimi



Şekil 51. Ö28'in (r.m.k.) hayvan çizimi

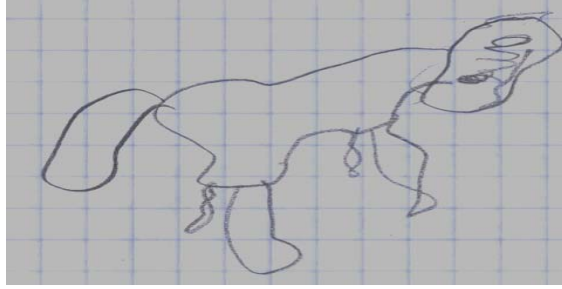


Şekil 52. Ö33'ün (r.m.k.) hayvan çizimi

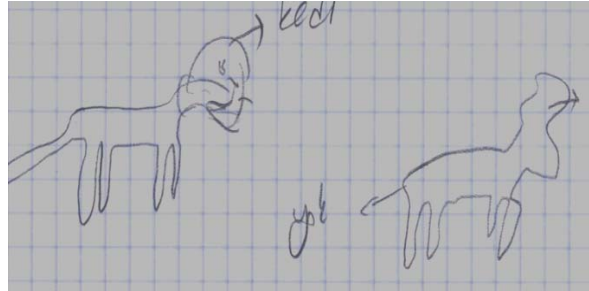
Şekil 49, 50, 51 ve 52'den görüldüğü gibi kavramsal değişimin orta düzeyde gerçekleştiği öğrenciler yüksek düzeyde radyasyona maruz kalmış bir hayvanı, radyasyona maruz kaldığı için kuyruğunu kaybetmiş, bir bacağı diğer bacaklarına göre daha kısa, normalde dört bacağı olması gerekirken beş bacaklı ve bacakları olmayan olarak

izmişlerdir. Bu izimler, yüksek düzeyde radyasyonun ne gibi kalıtsal bozukluklara sebebiyet verebileceği ile ilgili olup bilimsel bilgiler ile tutarlılık göstermektedir.

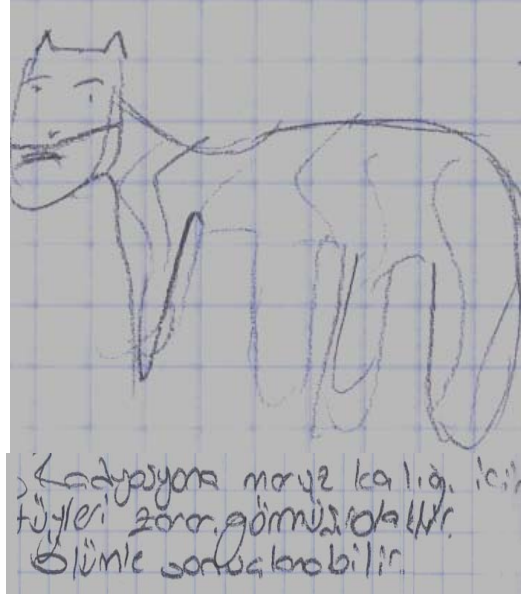
Kavramsal değişimin düşük düzeyde gerçekleştiği öğrencilere ait yüksek düzeyde radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) bir hayvan çizimleri aşağıdaki gibidir:



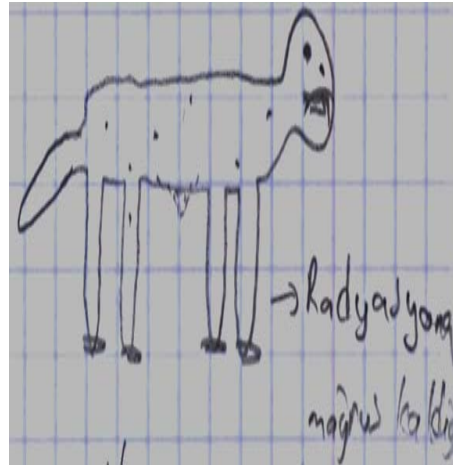
şekil 53. 10'un (r.m.k.) hayvan çizimi



şekil 54. 12'nin (r.m.k.) hayvan çizimi



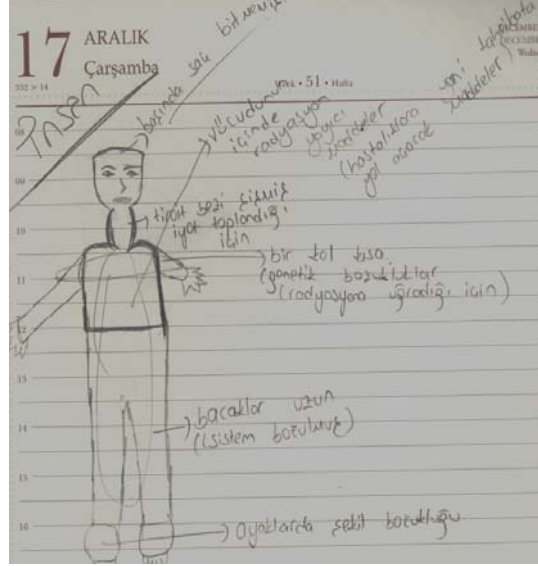
Şekil 55. Ö19'un (r.m.k.) hayvan çizimi



Şekil 56. Ö35'in (r.m.k.) hayvan çizimi

Şekil 53, 54, 55 ve 56'dan görüldüğü gibi kavramsal değişimin düşük düzeyde gerçekleştiği öğrenciler yüksek düzeyde radyasyona maruz kalmış bir hayvanı, vücut oranlarını değişmiş, normalde kuyruğu olması gerekirken kuyruğu olmadan doğmuş, tüyleri ve vücudu zarar görmüş olarak çizmişlerdir. Bu çizimler, kavramsal değişimin en yüksek ve orta düzeyde gerçekleştiği öğrencilerde de olduğu gibi yüksek düzeyde radyasyonun ne gibi kalıtsal bozukluklara sebebiyet verebileceği ile ilgili olup bilimsel bilgiler ile tutarlılık göstermektedir.

Kavramsal değişimin en yüksek düzeyde gerekleştii öğrencilere ait yüksek düzeyde radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) insan çizimleri aşığıdaki gibidir:



Şekil 57. Ö1'in (r.m.k.) insan çizimi



Şekil 58. Ö2'nin (r.m.k.) insan çizimi



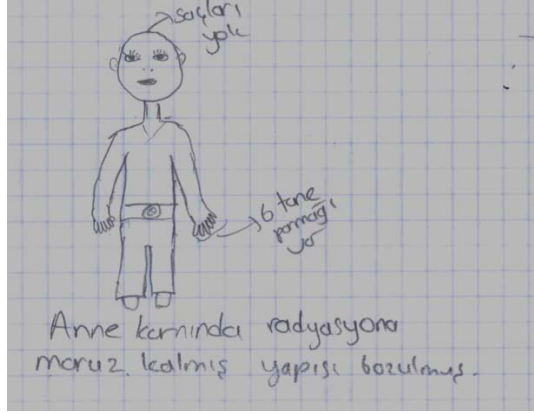
Şekil 59. Ö21'in (r.m.k.) insan çizimi



Şekil 60. Ö26'nin (r.m.k.) insan çizimi

Şekil 57, 58, 59 ve 60'dan görüldüğü gibi kavramsal değişimin en yüksek düzeyde gerçekleştiği öğrenciler yüksek düzeyde radyasyona maruz kalmış bir insanı, saçları kalmamış, tiroit bezi şişmiş, vücudunda hastalıklara yol açan radyoaktif maddeler birikmiş, bir kolu ve bir bacağı diğer kol ve bacağına göre kısa, bacakları normalden daha uzun, el ve ayak parmakları olmayan, ayaklarında şekil bozuklukları, vücudunda şekil bozuklukları olan insanlar olarak çizmişlerdir. Bu çizimler, yüksek düzeyde radyasyonun ne gibi kalıtsal bozukluklara sebebiyet verebileceği ile ilgili olup bilimsel bilgiler ile tutarlılık göstermektedir.

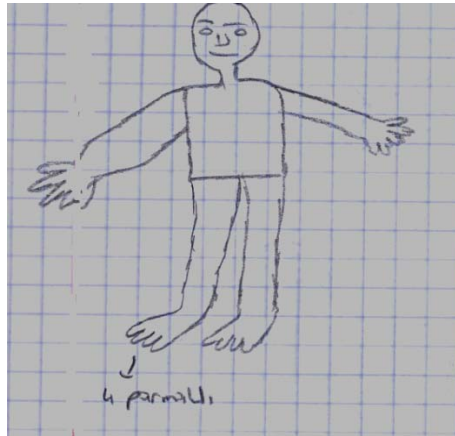
Kavramsal değişimin orta düzeyde gerçekleştiği öğrencilere ait yüksek düzeyde radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) insan çizimleri aşağıdaki gibidir.



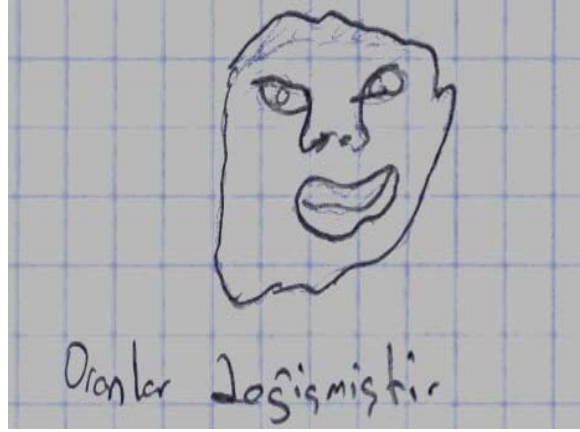
Şekil 61. Ö5'in (r.m.k.) insan çizimi



Şekil 62. Ö11'in (r.m.k.) insan çizimi



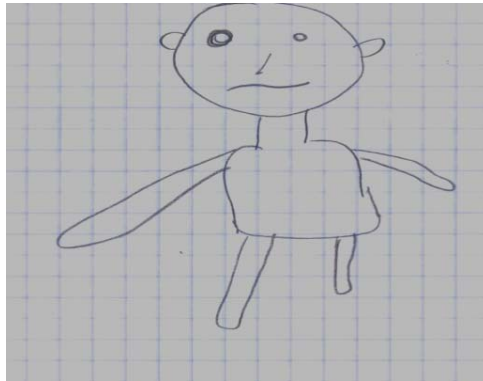
Şekil 63. Ö28'in (r.m.k.) insan çizimi



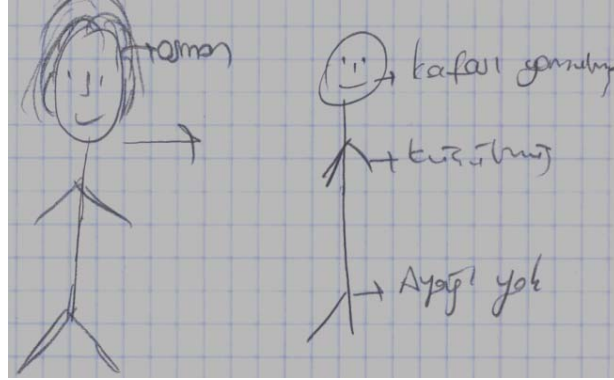
Şekil 64. Ö33'ün (r.m.k.) insan çizimi

Şekil 61, 62, 63 ve 64'ten görüldüğü gibi kavramsal değişimin en yüksek düzeyde gerçekleştiği öğrenciler yüksek düzeyde radyasyona maruz kalmış bir insanı, saçları olmayan, elleri altı parmaklı, ayakları dört parmaklı ve kafatasında şekil bozukluğu olan insanlar olarak çizmişlerdir. Bu çizimler, yüksek düzeyde radyasyonun ne gibi kalıtsal bozukluklara sebebiyet verebileceği ile ilgili olup bilimsel bilgiler ile tutarlılık göstermektedir.

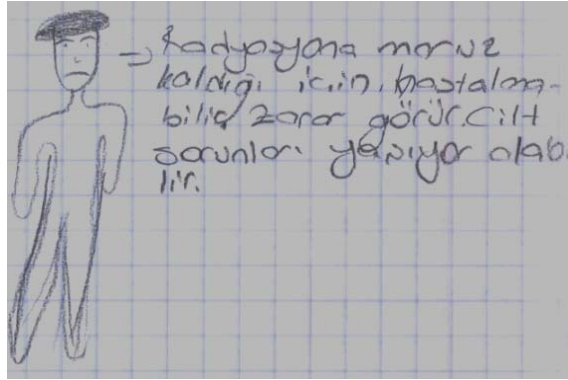
Kavramsal değişimin düşük düzeyde gerçekleştiği öğrencilere ait yüksek düzeyde radyasyona maruz kalmış (r.m.k.) insan çizimleri aşağıdaki gibidir:



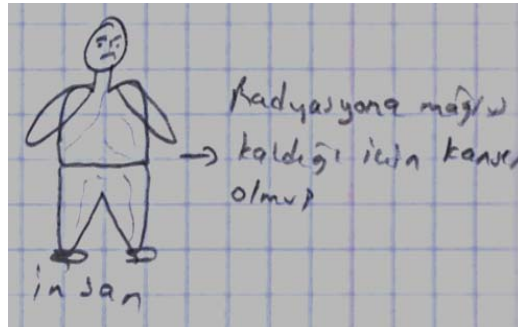
Şekil 65. Ö10'un (r.m.k.) insan çizimi



Şekil 66. Ö12'nin (r.m.k.) insan çizimi



Şekil 67. Ö19'un (r.m.k.) insan çizimi



Şekil 68. Ö35'in (r.m.k.) insan çizimi

Şekil 68, 69, 70 ve 71'den görüldüğü gibi kavramsal değişimin en yüksek düzeyde gerçekleştiği öğrenciler yüksek düzeyde radyasyona maruz kalmış bir insanı, vücut orantısı olmayan, kafası şekil değiştirmiş, elleri küçülmüş, ayağı olmayan, hastalanmış, cilt sorunları yaşayan ve kanser olmuş insanlar olarak çizmişlerdir. Bu çizimler, gerek kavramsal değişimin en yüksek, gerekse kavramsal değişimin orta düzeyde değiştiği diğer

öğrencilerde de olduğu gibi yüksek düzeyde radyasyonun ne gibi kalıtsal bozukluklara sebebiyet verebileceği ile ilgili olup bilimsel bilgiler ile tutarlılık göstermektedir.

3.4.2. Öğrencilerin ÇEKÖRM ve Öğretim Sürecine İlişkin Görüşlerine Yönelik Bulgular

Araştırmanın dördüncü alt problemini “Geliştirilen materyalin ve uygulama sürecinin etkililiği ile ilgili örneklemdeki öğrencilerin görüşleri nelerdir?” sorusu oluşturmaktadır. Araştırmanın bu problemi öğrenciler ile yürütülen mülakatlarda öğretim sürecinin ve ÇEKÖRM’ün etkililiği ile ilgili sorulara verilen öğrenci cevapları dikkate alınarak cevaplanmaya çalışılmıştır.

Öğrenciler ile yürütülen mülakatlar kavramsal değişimin ayrıntılı incelendiği A okulunda 6, G okulunda 6 öğrenci ile kavramsal anlamaların belirlenmesi için yapılan mülakatların devamında onlara yöneltilen 4 temel soru ve bu sorulara bağlı olarak sorulan alt sorular ile gerçekleştirilmiştir. Bulgular her soru altında öğrencilerin ifadeleri özetlenerek ve doğrudan alıntı yapılarak sunulmuştur. Ayrıca araştırmacı ve öğrenciler arasında geçen soru ile ilgili karşılıklı konuşmalarda sunulmuştur.

Öğrenciler “İşlediğimiz derslerde en çok hangi konu ya da konular hoşunuza gitti? Neden?” sorusuna genellikle isim olarak bildikleri ama hakkında detaylı bilgi sahibi olmadıkları Çernobil, nükleer enerji, nükleer reaktörler ile ilgili derslerin hoşlarına gittiğini belirten cevaplar vermişlerdir. Derslerdeki animasyonların, sanal deneyin, küp etkinliğinin, radyoaktif ışınların giricilikleri ve iyonlaştırma özellikleri ile ilgili analojinin, yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili videonun ve hatta ünitenin bütününün ilgi çekici olduğunu da belirtmişlerdir. A okulundaki öğrencilerin soru ile ilgili açıklamaları aşağıdaki gibidir:

Ö1: Sayısal derslerde genelde işlem yapıyoruz, böyle güncel konularla ilgili tartışma ortamları hoşuma gidiyor, animasyonların, sanal deneyin, küp etkinliğinin, alternatif enerji kaynakları ile ilgili videonun olduğu dersler ilgimi çekti.

... Nükleer enerji. Çünkü günlük hayattan örneklerde verebiliyoruz. Olumlu, olumsuz görüşler benim ilgimi çekti. Siz tablo oluşturmuştunuz bilgisayarda, nükleer enerji ile ilgili bir özelliği söylediniz, diğerinin ne olabileceğini biz bulmaya çalıştık ve çok eğlenceliydi. Herkesin Türkiye’ye bir katkısı olmalı o yüzden de ülkeyi ilgilendiren bir konuda bilgi sahibi olmak ilgimi çekti ve hoşuma gitti.

Ö1'in bu açıklamalarından sonra araştırmacı öğrenciye o derslerde eğlenceli bulduğu hoşuna giden noktaların tam olarak ne olduğunu sormuştur. Öğrenci bu soruya, dersin işleniş biçimi yani tartışma cevabını vermiştir. Ö1'in soru ile ilgili açıklamaları aşağıdaki gibidir:

A: O derslerde eğlenceli bulduğun tam olarak neydi?

Ö1: Tartışma ortamı, kafa yormak. Sayısal derslerde genelde işlem yapıyoruz, böyle tartışma, güncel konularda bilgi sahibi olmak hoşuma gitti. Ayrıca bize söz hakkı çok verdiniz ve düşünmeye sevk ettiniz. Derslerde güncel konulardan konuşmak, bu konulara kafa yormak eğlenceliydi bence. Fikirlerimi rahatlıkla söyleyebiliyorum artık.

Ö2: Hoşuma giden enerji kaynakları ile nükleer enerjiyi karşılaştırdığımız ders. Çünkü nükleer enerjiyi desteklemiyordum. Nükleer enerji denilince aklıma hep zarar geliyordu. Biraz daha sıcak bakmaya başladım. Bir de bu konuda bilgisiz olduğumu anladım o yüzden hoşuma gitti. Ayrıca küp animasyonu, deney, Galip, Alp ve Betül benzetmesi gama, alfa, beta hoşuma gitti. Bulmaca çözmemizde çok zevkli geldi bana.

Ö2'nin açıklamalarından sonra araştırmacı öğrenciye “Bu konuda fazla bilgi sahibi olmadığını söylüyorsun peki o zaman neden aklına zarar geliyor?” sorusunu yöneltmiştir. Ö2 ve araştırmacı arasında geçen karşılıklı konuşmalar aşağıdaki gibidir.

A: Peki bu konuda fazla bilgi sahibi olmadan neden zarar aklına geliyordu?

Ö2: Çernobil, radyasyon olayları.

A: Şimdi ne düşünüyorsun? Çernobil gerçekleşmiş bir olay, çevremizde radyasyona da maruz kalıyoruz.

Ö2: Ama şimdi radyasyondan korunmak için alınacak tedbirleri biliyorum. Nükleer enerjinin olumlu özelliklerini de biliyorum, tamamen zarar gelmiyor aklıma.

Ö5: ...radyoaktif bozunmalar ile ilgili animasyonlar ve yarı ömürde yaptığımız sanal deney diğerlerinden daha çok ilgimi çekti, hoşuma gitti. Aslında bence ünitenin geneli ilgi çekiciydi.

Ö10 açıklamalarında son iki saatin ve ilk saatlerin hoşuna gittiğini, sanal deneyin olduğu dersi beğendiğini söylemiştir. Bu ifadeler karşısında araştırmacı Ö10'a “Neden bu derslerin hoşuna gitti ya da bu derslerde hoşuna giden noktalar nelerdir?” sorusunu yöneltmiştir. Bu soru ile ilgili Ö10'un açıklamaları aşağıda yer almaktadır:

Ö10: Hocam, ben bilgisayarı çok seviyorum, derslerimizi bilgisayardan işlememiz benim ilgimi çekti. Size hatta “Sanal deney mi olur deney dediğiniz laboratuvarda olur” demiştim. Siz de bana radyoaktif maddelerin zararlı oldukları o yüzden bu tür deneyleri sanal olarak gerçekleştirmenin kaza risklerini en aza indirdiğini ve güvenliğini artırdığını belirtmiştiniz Ayrıca bu deneyle bilgisayarda neler yapılabileceğini de gördüm. Sanal deney o yüzden çok hoşuma gitti.

Ö11: Derslerin bütünü, etkinlikler, animasyonlar benim hepsi çok ilgimi çekti.

Ö12: Galip, Alp ve Betül işlediğimiz ders hoşuma gitti. O benzetme çok güzeldi, gama, alfa, beta ışınlarının giricilikleri ve iyonlaştırma özellikleri kişilerin girdikleri ortam ve edindikleri arkadaş sayısı ile ilişkilirdi.

G okulundaki öğrencilerin soru ile ilgili açıklamaları aşağıdaki gibidir:

Ö19: Çernobil ile ilgili resimleri gösterdiğiniz ders, nükleer enerji dersi duyduğuz ama tam olarak bilmediğimiz konulardı o yüzden o dersler ilgimi çekti.

Ö21: Nükleer reaktörlerin sistemini işlediğimiz ders çok ilgili çekti zaten merak ettiğim bir konuydu.

... Nükleer reaktörlerin sistemi, nasıl çalıştığını merak ediyordum. Uranyumdan nasıl o kadar büyük bir enerjinin elde edileceğini merak ediyordum şimdi öğrendim.

Ö26: En çok santralleri işlediğimiz ders hoşuma gitti, yani nükleer enerji dersi. Aslından ben bu üniteyi çok seviyorum çevre ile ilgili, o yüzden derslerimizin hepsi hoşuma gitti diyebilirim.

Ö28: Radyasyonun insanlar üzerindeki etkisini işlediğimiz ders çok hoşuma gitti. Çünkü günlük hayatta radyasyona maruz kalıyoruz ve bu konuda bilinçlenmemiz çok önemli, o ders o yüzden çok ilgimi çekti. Radyasyondan korunma yöntemlerini, ne kadar radyasyona maruz kaldığımızı öğrenmemiz çok faydalı oldu.

Ö33: Yapay ve doğal radyasyon kaynakları, nükleer enerji ile ilgili dersler, bir de deneylerin olduğu dersler ilgimi çekti.

...Sanal deney ve küp deneyi uğraşmadan yapabildi, uğraşmadık derken vakit kaybetmedik küpleri hazırlamadık, malzemeleri hazırlamadık. Oldukça ilgi çekici idi. Ünite genel anlamda hoşuma gitti, çünkü dersi takip edince çok anlaşılır.

Ö35: Çernobil olayı çok ilgimi çekti. İnsanların başına gelmiş bir durum, gerçekleşmiş bir olay ve tekrarlanabilir. O gösterdiğiniz resimler çok etkileyiciydi. Böyle bir olayla ilgili bilinçlenmemiz çok önemli.

Öğrenciler sorulan “İşlediğimiz derslerde hoşunuza gitmeyen konular ya da konular oldu mu? Neden?” sorusuna genellikle absorblanmış doz, biyolojik eşdeğer doz kavramlarının olduğu dersi sıkıcı bulduklarını, fisyon, füzyon konularından hoşlanmadıklarını, görsel materyallerin ve ünitenin ilgi çekici olması nedeniyle sıkılmadıklarını belirten cevaplar vermişlerdir. A okulundaki öğrencilerin soru ile ilgili açıklamaları aşağıdaki gibidir:

Ö1: Fisyon ve füzyonu işlediğimiz ders çok ilgimi çekmedi. O konular ilgimi çekmediği için o derslerden çok hoşlanmadım.

A: O derslerde ne yapılıyordu ilginizi daha çok çekiyordu?”

Ö1: Dersteki animasyonlar güzeldi özellikle zincirleme reaksiyonu gösterdiğiniz animasyon çok açıktı ve anlaşılıyordu. Ben o konuları çok sevmiyorum.

Ö2: Gayet güzeldi ve görsel materyal çok olduğu için sıkıldığımı hatırlamıyorum. Görsellik ilgi çekiciydi zaten.

Ö5: Dozlar, absorblanmış doz olan kavramların işlendiği derslerde sıkıldığımı hatırlıyorum. Güncel ve ilgi çekici konulardan bahsederken birden kavramlara girince sıkıldım.

Ö10: Kavramların olduğu ders hoşuma gitmedi.

Ö11: Kavramların olduğu ders diyebiliriz.

Ö12: Bu ünite bana çok şey çağrıştırmıyor, çok sözel, biz sayısalcıyız, o yüzden bu üniteden çok hoşlanmıyorum.

G okulundaki öğrencilerin soru ile ilgili açıklamaları aşağıdaki gibidir:

Ö19: Absorblanmış dozu işlediğimiz kavramların olduğu dersi çok sevmedim. Ezber gibi geldi bana o ders. Galip, Alp Betül benzetmesine güzeldi ama kavramlar ezberdi.

Ö21: Radyoaktivite güncel bir konu olduğu için zaten ilgimi çekiyordu, o yüzden derste sıkıldığımı hatırlamıyorum.

Ö26: Hoşuma gitmeyen değil de sıkıldığım ders vardı. Zaten bildiğim bozunma çeşitlerinin hesaplamalarının olduğu işlemsel ders çok kolaydı o yüzden o derste biraz sıkıldım.

Ö28: Alfa, beta, gama bozunmasını sevmiyorum. İşlemsel konular çok hoşuma gitmiyor. Sözel konular daha çok hoşuma gidiyor.

...Bu ünite de işlemsel konular hoşuma gitmedi. Çünkü sözel bir konu tartışılıp, konuşulacak olaylar söz konusu. Bu ünite de işlemler benim için çok ilgi çekici değil diğer konulara göre.

Ö33: Hoşuma gitmeyen nokta olmadı diyebilirim. Çünkü ünite ilgi çekici ve derslerimizde öyle geçti.

Ö35: Absorblanmış doz, kuarklar filan kavramlar hoşuma gitmedi. Ezber geldi bana. Ünite çevre ile çok ilgili ama kavramlar sıkıyor.

Öğrenciler sorulan “Bu ünitenin önceki ünitelerden farkı nedir?” sorusuna genellikle yaşamla iç içe, çevre ve insan sağlığı ile ilgili, günlük hayatı ilgilendiren ve işlemlerden çok sözel ifadelerin yer aldığı bir ünite şeklinde cevaplar vermişlerdir. A okulundaki öğrencilerin soru ile ilgili açıklamaları aşağıdaki gibidir:

Ö1: Yaşamla iç içe bir ünite. Hemen her yerde ünite de geçen kavramlar ya da olaylar ile ilgili bir şeyler geçiyor çevremde.

...Mesela radyasyon denilince yorum yapabiliyoruz. Hatta dün akşam televizyonda nükleer santrallerin Türkiye’de yer alıp almaması ile ilgili haberlere rastladım, hemen aklıma nükleer santrallerin şekli mekanizması vardı ya o geldi.

Ö2: Diğer ünitelerden biraz farklı, işlemselden çok düşünsel ve çevredeki olayları ilgilendiren bir ünite.

Ö5: Biraz daha farklı bir ünite. Diğer üniteler ile pek bağlantılı gelmedi, sanki tek başına bir ders gibi. Hatta bana günlük hayatta kullandığımız için diğer ünitelerden daha ilgi çekici geldi.

Ö10: Diğer üniteleri günlük hayatta çok kullanmıyoruz, bu ünite ile günlük hayatta karşılaşabiliyoruz.

Ö11: Sanki bu üniteyi işlerken sınıfta bir ders anlatılmıyor dışarıdan bahsediliyor. O yüzden diğer üniteler gibi sadece bir ders değil çevremizle çok ilgili bir konu.

Ö12: Diğer ünitelerde işlemler çok burada sözel ifadeler daha çok, konuşuyoruz, tartışıyoruz.

G okulundaki öğrencilerin soru ile ilgili açıklamaları aşağıdaki gibidir:

Ö19: Daha ilgi çekici bir üniteydi. Ünite gösterdiğiniz resimler, animasyonlar ile ilgi çekici hale geldi.

Ö21: ...insan sağlığı, çevre ile çok alakalı bir ünite. Bu üniteyi iyi öğrendiğimizde çevreye ve kendimize karşı daha duyarlı olabiliriz.

Ö26: ...önceki ünitelerden farklı, sanki önceki üniteleri öğrenip geçiyoruz sadece ders olarak görüyoruz. Bu ünitenin hayatımızda uygulamaları var.

Ö28: Radyasyon kavramı hayatımızı ilgilendirdiğini için, dikkat etmemiz gereken durumlar var. Bu ünite, bu gibi durumları açıkladığı için diğer ünitelerden farklı, bizimle, çevremizle daha ilgili bir ünite.

Ö33: İnsan hayatını etkileyen bir ünite. Toprakta radon gazının bulunduğunu ve güneşten gelen kozmik ışınların radyasyon yaydığını bilmiyordum. Bu ünite sayesinde çevremdeki bu gibi olayları öğrendim. Bu yüzden de yaşadığımız dünya ile alakalı ve günlük hayatımızda karşılaşabileceğimiz bir ünite.

Ö35: Daha görsele dayalı bir ünite oldu. Ünite geçen herhangi bir konudan bahsedince hemen aklımıza o konu ile ilgili başka bir şey geliyor.

...mesela Alp'in girdiği ortam sayısı alfa ışınlarının girciliğine edindiği arkadaş sayısı iyonlaştırma özelliğine gibi benzetmeler aklıma gelerek yorum yapabiliyorum.

Öğrenciler sorulan “İşlediğimiz bu dersler sana ne kazandırdı?” sorusuna genellikle bu ünitenin sadece bir ders olmadığını, yaşadıkları çevrede uygulamalarının bulunduğunu, ünite ile ilgili bilmedikleri ya da yanlış bildikleri olayların ya da kavramların doğrularını öğrendiklerini, çevreye karşı daha bilinçli bir hale geldiklerini, çevrelerinde üniteyle ilgili geçen konuşmalarda kendilerinin de artık yorum yapabildiklerini ve bu durumun onları mutlu ettiğini belirtmişlerdir. A okulundaki öğrencilerin soru ile ilgili açıklamaları aşağıdaki gibidir:

Ö1: Bu derse yani bu üniteye başlarken öğrenmek istemiyordum. Bana çok sıkıcı geliyordu. Sadece bir dersten ibaret olarak görüyordum. Derslerimizi işlerken bazı şeyleri öğrenmek hoşuma gitti, neyin ne olduğu hakkında, evde ya da dışarıda konuşurken bu

radasyon yayar diyebiliyorum ya da Çernobil hakkında bir şeyler söyleyebiliyorum ve bu çok hoşuma gidiyor. Çok şey öğrendiğimi düşünüyorum. Nükleer enerji konusunda, füzyon, fisyon, bir iki kimyacı da tanıdım, isim olarak biliyordum şimdi hayatını da öğrendim. Madam Cuire mesela.

... derslerimizi sadece bir ders olarak görüyoruz o gözle bakıyoruz. Güncel hayatta bunu uygulayamıyoruz. Bundan sonra radyoaktivite konusunun ders olarak ya da güncel hayatta bana çok şey kazandırdığını düşünüyorum. Artık ilgimi daha çok çekiyor. Radyoaktivite ile ilgili bir şey duyduğumda ne konuşuyorlar diye kulak kabartabiliyorum.

Ö2: ...bu konu hakkında daha çok bilgilenmemi sağladı. Çok ilgimi çekmeyen bir konuydu ama biraz daha ilgiliyim şuan. Nükleer enerji konusu özellikle çok ilgimi çekti. Karşılaştırmalı ve güncel konular ilgimi çekti. Sanal deneyde gayet güzeldi. Normalde bir maddenin yarı ömrünü günlük hayatımızda hesaplayamayız ama sanal deney sayesinde bunu hesaplayabildik ve nasıl olduğunu anlayabildik.

Ö5: Bu derslerin bana çok faydalı olduğunu, çevreye ve nükleer enerjiye karşı bakış açımı genişlettiğini düşünüyorum.

Ö10: Nükleer santral patlasa fikir yürütebilirim, röntgen cihazı, nükleer silahlar bunlarla ilgili konuşabilirim. Çevre bu konu ile ilgili fikir yürütebileceğimi düşünüyorum. Bu da beni mutlu ediyor.

Ö11: Bu konuda çevrede ne olup bitiyor onu öğrendim. Konu ile ilgili artık ben de fikir yürütebilirim yorum yapabilirim.

Ö12: Çevreye karşı daha duyarlı olunması gerektiğini gördüm, bu konu ile ilgili geçen bir durumda ben de bir şeyler söyleyebiliyorum bu da beni memnun ediyor.

G okulundaki öğrencilerin soru ile ilgili açıklamaları aşağıdaki gibidir:

Ö19: Mesela Çernobil'i duymuştum ama açıp bakmamıştım, şimdi olayın detayını biliyorum, nükleer santrallerin çalışma prensibini öğrendim. Bu ünite de geçen bir olay ya da kavramla ilgili çevremde bir şeyler söylense ben de yorum yapabileceğimi düşünüyorum.

Ö21: ...çevreye karşı daha duyarlı olmamı sağladığını ve genel kültürümü artırdığını düşünüyorum. Çernobil olayından kaynaklı olarak nükleer santralleri olumsuz düşünüyordum, ama şimdi olumlu özelliklerini de biliyorum.

Ö26: ...mesela nükleer santrallerin kurulması gerektiğini düşünüyorum, önceden öyle düşünmüyordum ama derslerimizde; atıkların gömüleceği, saklanacağı gibi önlemlerin olduğunu öğrendiğimiz için neden bu kadar büyük bir enerji kaynağından mahrum kalalım ki diyorum. Ayrıca bu ünitedeki nükleer santraller, Çernobil gibi olayları herkes öğrenmeli, halk bilinçlendirilmeli, elle tutup gözle göremediğimiz bir ünite ama bizim için gerekli bir ünite ve çevre için bilinçlenmemiz şart.

Ö28: Radyasyon yayan elektronik eşyalar, radyasyonun zararları gibi konularda daha bilinçli olmamı sağladı. Genel olarak bu ünite ile çevreye karşı daha bilinçlendiğimi düşünüyorum.

Ö33: ...nükleer santrallerden çıkanlar su buharıymış ben havaya zararlı maddeler sanıyordum, Çernobil olayının detayını öğrendim. Kısaca duyduğum ama tam olarak bilmediğim ya da yanlış bildiklerimin doğrusunu öğrendim.

Ö35: Çernobil olayını detayını bilmiyordum, kavramlarına karşı yabancı değiliz artık, nükleer santrallerle ilgili bilgimin arttığını düşünüyorum.

Bu bölümde araştırmanın alt problemlerine yönelik veri toplama araçlarından elde edilen bulgular sunulmuştur. Araştırmanın problemlerine göre sunulan bulgulara dayalı olarak yapılan tartışmalar bundan sonraki bölümde ayrıntılı olarak sunulmuştur.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmanın temel amacı, Ortaöğretim 11. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı'nda yer alan Çekirdek Kimyası ünitesinin öğretimi için yapılandırmacı yaklaşımının dört aşamalı modeline yönelik geliştirilen bilgisayar destekli öğretim materyalinin öğrencilerin tutumları, kavramsal anlamaları ve başarıları üzerine etkililiğinin araştırılmasıdır. Bu bölümde, çalışmanın amacı doğrultusunda araştırma problemlerinin çözümüne yönelik bulgular kısmında sunulan veriler, ayrıntılı olarak yorumlanmış ve tartışılmıştır. Bulgular tartışılırken çalışmada birbirini destekleyen veriler ve literatürdeki araştırmalar bu süreci yönlendirmiştir. Tartışma ilk olarak tutum boyutunda ikinci olarak kavramsal ve başarı boyutları beraber ele alınarak son olarak da ÇEKÖRM ve uygulamalar hakkında öğrenci görüşlerine göre yapılmıştır.

4.1. ÇEKÖRM'ün Öğrencilerin Çekirdek Kimyası Ünitesine Yönelik Tutumlarına Etkisi ile İlgili Tartışma

Bu başlık altında “Geliştirilen materyalin öğrencilerin Çekirdek Kimyası ünitesine yönelik tutumlarını geliştirmekte etkisi nasıldır?” şeklinde ifade edilen araştırmanın birinci alt problemine yönelik tartışma yer almaktadır. Bu bölümdeki tartışma istatistiksel analiz bulgularına dayalı olarak gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada A ve G okullarındaki öğrencilere ÇEKTA ön ve son test olarak iki kere uygulanmıştır. Bu testin analizinde grup içi karşılaştırmalar ilk ve son tutumlarının aritmetik ortalamalarının hesaplanması ve Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile gerçekleştirilmiştir. A okulundaki öğrencilerin aritmetik ortalamalarında 2,17'den 2,72'ye (Tablo 15, syf, 105), G okullarındaki öğrencilerin aritmetik ortalamalarında ise 2.61'den 2.92'ye bir artış görülmektedir (Tablo 16, syf, 107). ÇEKTA ön test ve son test puanları arasında yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları, her iki grubun uygulama sonrasında üniteye karşı tutumlarında bir artma olduğunu göstermektedir (Tablo 17-18, syf, 109). Bu artmanın da istatistiksel olarak anlamlılık ifade ettiği görülmektedir (A okulu için, $z=2.69$, $p<.05$; G okulu için, $z=2.070$, $p<.05$). Elde edilen bu veriler Çekirdek Kimyası ünitesi boyunca kullanılan ÇEKÖRM'ün öğrencilerin üniteye karşı tutumlarını olumlu etkilediğini göstermektedir. Bilgisayarlar öğretim sürecini güçlendirici bir öğedir

(Gerçek vd., 2006). Günümüzde bilgisayarların ve bilgisayar destekli öğretimine yönelik öğretmenlerin olduğu kadar öğrencilerin de tutum ve görüşlerinin belirlenmesi, fen derslerinin ve özellikle kimya konularının bilgisayar desteği ile daha etkin bir şekilde öğretilmesi açısından önemlidir. Literatürde bilgisayar destekli öğretimin etkililiğine yönelik birçok çalışma yer almaktadır (Yenice, 2003; Gandole vd., 2006; Pektaş vd., 2006; Akçay vd., 2008). Ayrıca bilgisayarın fen/kimya eğitiminde kullanımının öğrencilerin fene/kimyaya karşı tutumlarında olumlu değişimlere yol açtığı belirtilmektedir (Akçay vd., 2003a ; Akçay vd., 2003b; Yenice, 2003; Yiğit ve Akdeniz, 2003; Çalik, 2006; Saka ve Akdeniz, 2006; Akçay vd., 2007; Akçay vd., 2008). Bilgisayar destekli öğretim yönteminin özellikle fen derslerinde ilgiyi artırmada diğer yöntemlere göre daha etkili olduğuna dair bulgular mevcuttur (Hounshell ve Hill, 1989). Akçay vd., (2007), tarafından bilgisayar destekli öğretimin etkililiği üzerine yapılan bir çalışmada, bilgisayar destekli kimya öğretiminin, öğrencilerin kimyaya yönelik tutumlarını olumlu etkilediği belirlenmiştir. Bilgisayar ile ders işleme fikrini öğrencilerin beğenmesi ve bu durumda da tutuma olumlu katkı sağlandığı düşünülmektedir. Ayrıca ÇEKÖRM’de soyut olan kavramların animasyon ile somutlaştırılması, görsel materyallerinin yer alması, öğrencilerin derse karşı ilgi ve isteklerini artırmış olabilir. Derse karşı ilgi ve istekleri artan öğrencilerin üniteye karşı tutumlarının da olumlu olduğu söylenilebilir. Bu durumda da bilgisayar destekli öğretiminin yapılandırmacı yaklaşımın doğru bir şekilde birleştirilmesi ile yapılan öğretimin öğrenci tutumlarını olumlu bir yönde artırdığı söylenebilir. Literatürde olumlu tutumların nedenleri üzerinde yapılan çalışmalar bu durumu destekler niteliktedir (Çelik ve Bindak, 2005; Vaiyapuri ve Rajasekar, 2007; Akçay vd., 2008; Gül ve Yeşilyurt, 2011).

ÇEKTA ön test ve son test puanları arasında yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçlarında, her iki grubun uygulama sonrasında üniteye karşı tutumlarında bir artma olduğu ve bu artmanın da istatistiksel olarak anlamlılık ifade ettiği belirtilmişti. Ancak öğrencilerin ÇEKTA ön ve son test tutum ortalamalarına bakıldığında A okulundaki bir öğrencinin (Ö12) tutumunun değişmediği görülmektedir. Bu durumu bilgisayar ile yapılan kısa süreli çalışmalarda öğrencilerin tutumlarında herhangi bir değişikliğin gözlenememesi ile açıklamak mümkündür. Literatürdeki bazı çalışmalar bu durumu destekler niteliktedir (Yenice, 2003; Taş, 2006; Keleş, 2007).

Hem A hem de G okulundaki ÇEKTA ön ve son test tutum ortalamalarına bakıldığında A okulunda 2 (Ö7, Ö8), G okulunda 7 (Ö9, Ö20, Ö23, Ö24, Ö25, Ö31 ve Ö33) öğrencinin tutumlarında azalma olduğu görülmektedir. Bu durum öğrencilerin

uygulamalarda beklentilerinin yüksek olması ile açıklanabilir. Başlangıçta bilgisayar ile ders işleme fikrinin öğrencilere farklı bir uygulama gibi gözükmesi ancak bir süre sonra monoton bir hal alması ve öğrencilerin sıkılmaları ile de açıklanabilir. Araştırmacılar bu durumu öğrencilerin öğretmen merkezli geleneksel öğretim yöntemine alışkın olmaları ile açıklamaktadırlar (Özsevgeç, 2007). Ayrıca tutumlarında azalma olan öğrenci sayısının G okulunda daha fazla olması G okulundaki uygulama sınıfının daha kalabalık olması ile ilişkilendirilebilir. Literatürde bilgisayarların fen/kimya eğitiminde kullanımının öğrenci tutumlarında azalmaya neden olduğu da ifade edilmektedir (Keleş, 2007).

Çernobil Nükleer Kazası ile Hiroşima'ya ve Nagazaki'ye atılan bombaların etkilerinin canlılar için üzücü olması, “radyoaktivite” veya “radyasyon” kavramının olumsuzluklarla birlikte düşünülmesine neden olmaktadır (Max, 1993; Cohen, 1998). A ve G okulundaki öğrencilerin tutum puanlarına bakıldığında uygulama yapılan gruplar için bu durumun söz konusu olmadığı görülmektedir. Bu durum ÇEKÖRM’de yer alan etkinliklerle ile öğrencilerin, üniteye geçen kavram ya da olayların birçok olumlu durumun kaynağı olduğunu fark etmelerine ve okulda öğrenilen kimyayı yaşadıkları çevre ile ilişkilendirebilmelerine yardımcı olunması ile açıklanabilir. Öğrencilerin günlük yaşantılarında radyasyon teknolojisi ile karşılaşmaları ve hastaneler gibi farklı yerlerde bu teknolojiden yararlanılması “radyasyon” kavramının tamamen olumsuzluklar ile düşünülmediğinin bir göstergesi olabilir. Günlük yaşam ile bütünleştirilmiş öğrenme ortamlarının öğrencilerin kimyaya karşı tutumlarını olumlu yönde etkilediği belirtilmektedir (Jones ve Millar, 2001).

4.2. ÇEKÖRM’ün Öğrencilerin Kavramsal Anlama Düzeylerine ve Başarılarına Etkisine Yönelik Yapılan Tartışma

Bu başlık altında “Geliştirilen materyalin öğrencilerin Çekirdek Kimyası ünitesindeki kavramsal anlamalarına etkisi nasıldır?” ve “Geliştirilen materyalin öğrencilerin Çekirdek Kimyası ünitesindeki başarılarına etkisi nasıldır?” şeklinde ifade edilen araştırmanın ikinci ve üçüncü alt problemine yönelik tartışma yer almaktadır. Bu bölümdeki tartışmalar istatistiksel analiz bulgularına dayalı olarak ve Çekirdek Kimyası ünitesindeki alt kavramlara yönelik yapılmıştır. Araştırmada ÇEKKAT ve ÇEKBAT olmak üzere iki ayrı test kullanıldığı ve bu testlerde de benzer kavramlar ve bu kavramlara

yönelik kazanımlar bulunduğu için testlerde ve mülakatta bulunan benzer kavramlara ait bulguların tartışılması beraber yapılmıştır.

4.2.1. ÇEKKAT ve ÇEKBAT'a Uygulanan İstatistiksel Analizlere Yönelik Yapılan Tartışma

Bu bölümdeki tartışmalar istatistiksel analiz bulgularına dayalı olarak gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada A ve G okulundaki öğrencilere ÇEKKAT ve ÇEKBAT, ÇEKÖRM'ün uygulamasından önce ve sonra olmak üzere iki kere uygulanmıştır. Bu testlerin analizlerinde grupların kendi içindeki farklılıklar Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile araştırılmıştır. A okulundaki öğrencilerin ÇEKKAT ön ve son test puanlarına yönelik sonuçları incelendiğinde ÇEKKAT ön ve son test puanları arasında son test lehine anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir ($z=3,298$, $p< .05$, Tablo 29, syf, 131). G okulundaki öğrencilerin ÇEKKAT ön ve son test puanlarına yönelik sonuçlar incelendiğinde ise ÇEKKAT ön ve son test puanları arasında yine son test lehine anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir ($z=4,017$, $p< .05$, Tablo 30, syf, 131). Bu durum hem A okulundaki hem de G okulundaki öğrenciler için Çekirdek Kimyası ünitesine yönelik öğretim etkinlikleri ile öğrencilerin ilgili üniteye kavramları ya da olayları anlamaları yönünden öğretim öncesine göre bir ilerleme sağlandığını göstermektedir. A ve G okulundaki öğrencilerin ÇEKKAT aritmetik ortalamaları incelendiğinde her iki okuldaki öğrencilerin de ön test aritmetik ortalamalarına göre son test aritmetik ortalamalarının daha yüksek olduğu görülmektedir (A okulu için $ort_{ön}=44,77$ $ort_{son}=69,78$; G okulu için $ort_{ön}=29,95$ $ort_{son}=71,09$). Dersler yapılandırmacı öğrenme kuramının dört aşamalı modeline göre yürütülmüştür. Bu kuram öğrenciyi merkeze alır ve kendi öğrenmesinden sorumlu tutar, öğretmeni ise rehber olarak konumlandırır. Ayrıca bu kurama göre öğrencinin ilgi ve motivasyonunu artıracak öğrenme ortamlarının oluşturulması gereklidir. ÇEKÖRM'de yer alan etkinliklerin yapılandırmacı kurama göre geliştirildiği ve analogi, görsel öğeler, animasyon, çalışma yaprakları, kavramsal değişim metinleri, video, hikâye gibi farklı teknik ve materyallere yer verildiği düşünüldüğünde kavramsal anlamının değişimini ÇEKÖRM'de yer alan bu özellikler ile açıklamak olasıdır. Bu durumda ÇEKÖRM'ün içerdiği özellikler gibi oluşturulan etkinliklerin ve öğrenme ortamlarının her iki okulda da ön ve son test arasındaki farklılığı açıklayabilen faktör olduğu düşünülebilir.

ÇEKÖRM’de farklı öğretim tekniklerin bir kullanılmasının, öğrencilerdeki kavramsal farklılığın istenilen düzeyde gerçekleşmesinde etkili olduğu söylenebilir. Yapılandırmacı öğrenme kuramı çerçevesinde farklı öğretim yöntem ve tekniklerden faydalanılmasının kavramsal değişimin sağlanmasında etkili olduğu literatürde belirtilmektedir (Saka, 2006; Çalık, 2006; Şahin, 2010). Çalık (2006) çalışmasında, lise birinci sınıf “çözümler” konusu ile ilgili yapılandırmacı öğrenme kuramının dört aşamalı modeline dayalı çalışma yaprağı, kavramsal değişim metni ve analogi etkinliklerinin bir arada kullanılmasının kavram yanlışlarını değiştirmede etkili olduğunu ortaya koymuştur. Son yıllarda ilgili konularda farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin bir arada kullanılmasını öneren çalışmalar yapılmaktadır (Orgil ve Thomas, 2007; Vincent vd., 2008; Kurnaz ve Çalık, 2008; Türk ve Çalık, 2008; Şahin vd., 2009). Literatürde ortaöğretim 11. sınıf “Çekirdek Kimyası” ünitesindeki kavramlar ve olaylarla ilgili kavramsal değişim metinleri, çalışma yaprakları, analogi, animasyon, hikâye gibi etkinliklerinin bir arada kullanıldığı çalışmalara ise rastlanılmamıştır. Bu açıdan araştırma bulgularının literatürde bulunan bu eksikliği giderebileceği söylenebilir.

A okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT ön ve son test puanlarına yönelik sonuçları incelendiğinde ÇEKBAT ön ve son test puanları arasında son test lehine anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir ($z=3,298$, $p< .05$, Tablo 48, syf, 158). G okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT ön ve son test puanlarına yönelik sonuçlar incelendiğinde ise ÇEKBAT ön ve son test puanları arasında yine son test lehine anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir ($z=4,015$, $p< .05$, Tablo 49, syf, 159). Bu durum öğretim sürecinin sonunda öğrencilerin Çekirdek Kimyası ünitesinde yer alan kavramlardaki başarılarının arttığını göstermekte olup geliştirilen materyaller ile öğretim sonrasında oluşturulan öğrenmenin bir sonucu olarak yorumlanabilir. Bilgisayar destekli öğretim materyalinin öğrencilerin akademik başarılarında artışa neden olduğunu gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (Yenice vd., 2003; Yiğit ve Akdeniz, 2003; Akçay vd., 2007; Ünal, 2007). Bu araştırma kapsamında ÇEKÖRM’ün sahip olduğu görsel öğelerin öğrencilerin ilgisini çektiği belirlenmiştir. ÇEKÖRM’de bulunan animasyonların, videonun, sanal deneyin, küp etkinliğinin ve diğer görsel öğelerin öğrencilerin derse karşı ilgi ve motivasyonunu artırarak öğrenci başarısını olumlu etkilediği düşünülmektedir. BDÖ’nün kimya/fen öğretiminde kullanımının öğrenci başarısını artırmada olumlu bir etkisinin olduğunu belirleyen birçok çalışma bulunmaktadır (Kadayıfçı, 1998; Akçay vd., 2003; Çelik 2006; Akçay vd., 2008). Akçay vd., (2008) çalışmalarında, bilgisayar destekli öğretim ile

desteklenen öğretim sürecinde pasif konumda bulunan öğrencinin aktif konuma geçmekte ve öğretmeni daha çok sınıfta bilgisayar ile birlikte tercih ettiklerini belirlemişlerdir. Bilgisayar destekli öğretimin etkili bir eğitim aracı olarak sınıf ortamında kullanılabileceği literatürde ifade edilmektedir (Schank, 1994; Yıldırım, 1995). Bu kapsamda ÇEKÖRM’deki etkinliklerin bilgisayar destekli olması öğrenci başarısını olumlu etkilemesi ile açıklanabilir.

Öğrencilerin öğretim sürecine aktif olarak katılmaları soyut bilgileri somuta dönüştürmede ve bu bilgileri öğrenmelerinde önemlidir. ÇEKÖRM’de yer alan etkinlikler ile öğrencilerin öğretim sürecine aktif olarak katılmaları ve grup çalışması yapmaya istekli olmaları başarılarını olumlu etkilemiş olabilir. ÇEKÖRM’de soyut kavramların öğretimde analogi gibi farklı öğretim tekniklerinin kullanılması öğrenci başarısını açıklayan etken olabilir. McGeachy (1988)’in çalışmasında, lise öğrencilerine “radyoaktif maddelerin yarılanma ömrü” kavramının öğretimden plastik oyun kâğıtları kullanılarak bir analog ile öğretimin öğrenci başarılarını artırdığına yönelik bulguları da bu durumu desteklemektedir.

Uygulamalar esnasında öğrenilenleri gözden geçirmek amacıyla hazırlanan Radyoaktivite Kare Bulmaca’nın uygulanması esnasında araştırmacı tarafından yapılan gözlemlerden öğrencilerin bulmacayı eğlenceli buldukları ve teneffüs zili çaldığı halde aralıksız olarak bulmacadaki soruları cevaplamaya ve anahtar kelimeyi bulmaya çalıştıkları gözlenmiştir. Yapılandırmacı yaklaşımının dikkate alınması ile hazırlanan ortaöğretim her seviye kimya dersi öğretim programlarında, ölçme ve değerlendirme anlayış ve uygulamalarında değişmelerin olduğu görülmektedir. Bu programlarda ölçme ve değerlendirmenin öğrenme-öğretim sürecinde, öğrencilerin başarılarını saptamak, öğrencinin süreç içinde gelişimine ilişkin geri bildirim almak amacıyla yapılacağı ifade edilmektedir (Meb, 2008). 11. sınıf yeni kimya öğretim programı ölçme ve değerlendirme açısından incelendiğinde; alternatif ölçme ve değerlendirme araçlarının kullanılması önerilmektedir. Alternatif ölçme değerlendirme araçlarının kullanılmasının önerildiği ve etkili olduğu çalışmalar literatürde yerini almıştır (Bahar vd., 2002; Nakiboğlu ve Ertem, 2010). Literatürde çağdaş ölçme ve değerlendirme yaklaşımları; gözlem yapma, proje verme, olaylar, durumlar ve kavramlar hakkında mülakat olarak belirtilmektedir (White ve Gunstone, 1992; Atasoy, 2002). Bu açıdan bakıldığında Radyoaktivite Kare Bulmaca, yapılandırmacı grid, öğrenci sunumları gibi alternatif ölçme ve değerlendirme araçlarının kullanılmasının öğrenci başarısını olumlu yönde etkilediği düşünülmektedir.

4.2.2. Çekirdek Kimyası Ünitesindeki Alt Kavramlara Yönelik Yapılan Tartışma

Bu bölümde yer alan tartışmalar Çekirdek Kimyası Ünitesi'nde yer alan alt kavramlara yönelik olarak gerçekleştirilmiştir.

4.2.2.1. Atom Altı Tanecikler İle İlgili Öğrencilerin Görüşleri

ÇEKKAT'ın 1. ve 2. sorusu öğrencilerin “proton, nötron ve elektron” ile ilgili anlamalarını ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Ayrıca ÇEKKAT'ın 14., 15., 16., 17., 18. ve 35. soruları “kuark, lepton, antikuark ve antilepton” kavramları ile ilişkilidir. Diğer bir veri toplama aracı olan ÇEKBAT'ın 1i. sorusu da “atom altı tanecik” ile ilişkilidir. Başka bir veri toplama aracı olarak kullanılan mülakatların 1. sorusunda öğrencilerin “atom altı tanecikler” ile ilgili ayrıntılı düşünceleri sorgulanmıştır. Bu bölümde öğrencilerin her bir veri toplama aracındaki sorulara verdikleri cevaplar dikkate alınarak, onların genel olarak atom altı tanecikler ile ilgili sahip oldukları yanılgılar ve öğretim sonrasında fikirlerinde gerçekleşen kavramsal değişim yorumlanmıştır.

A ve G okullarındaki öğrencilerin “proton, nötron ve elektron” ile ilgili ÇEKKAT'ın birinci sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde her iki okuldaki öğrencilerin doğru cevap yüzdelerinde öğretim sonrasında artış gözlenmiştir (Tablo 19, syf, 111). Öğrencilerin yine “proton, nötron ve elektron” ile ilgili ÇEKKAT'ın ikinci sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde ise A okulundaki öğrencilerin doğru cevap yüzdelerinde öğretim sonrasında artış G okulundaki öğrencilerin doğru cevap yüzdelerinde ise öğretim sonrasında bir azalma görülmektedir (Tablo 19, syf, 111). Öğrencilerin proton, nötron ve elektronun yükleri ve atomun çekirdeğinde mi yoksa orbitalinde mi bulunması ile ilgili anlamalarını ölçen ÇEKKAT'ın birinci ve ikinci sorularının öğretim öncesi ve sonrası doğru cevap yüzdelerinin yüksek olduğu görülmektedir. Öğrenciler ilköğretimden ortaöğretime kadar farklı seviyelerde bu kavramlar ile karşılaşmaktadır. Anlamanın yüksek olması farklı seviyelerde aynı kavramların görülmesi ile ilişkilendirilebilir.

A okulundaki öğrencilerin ÇEKKAT'ın 14., 15., 16., 17. ve 18. soruları verdikleri cevaplar incelendiğinde; ilgili sorularda doğru cevap yüzdelerinde öğretim sonrasında artış gözlenmiştir (Tablo 19, syf, 111). G okulundaki öğrencilerin ise ÇEKKAT'ın ilgili sorularına verdikleri cevaplar incelendiğinde ise; 14., 15., 16. soruda doğru cevap yüzdelerinde öğretim sonrasında artış, 17. soruda ise doğru cevap yüzdesinde bir

değişikliğe rastlanılmamıştır (Tablo 19, syf, 111). A ve G okullarındaki öğrencilerin hiçbiri ön testte pozitronun antilepton olması ile ilgili olan 18. soruya doğru cevap verememiştir. Son testte ise A okulundaki öğrencilerin %50'si, G okulundaki öğrencilerin ise son testte %52,38'i doğru cevap vermişlerdir. Bu durum her iki okuldaki öğrencilerin başlangıçta ilgili kavram ya da olaylar hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıkları ya da yanlış anlamaya sahip olduklarını göstermektedir. Öğretim sürecinin sonunda ise her iki okulda da öğrencilerin %50'nin üzerinde bu sorulara doğru cevap vermeleri öğretimin etkililiği ile açıklanabilir.

ÇEKKAT'ın 35. sorusunda ön testte her iki okulda da TA kategorisinde cevap veren öğrenci bulunmamaktadır. Son testte A okulundaki öğrencilerin TA kategorisindeki cevap yüzdesi %7,14, kavram yanlışlığı cevap yüzdesi ise %7,14'tür. A okulundaki öğrencilerin öğretim sonrası sahip olduğu kavram yanlışlığı; "Atomun çekirdeği ve yörüngeleri vardır. Çekirdekte kuarklar yer alır ve bu kuarklar proton ve nötronlardır. Çekirdekte ise antilepton (elektron) vardır. Kuarkların antikuarkları, leptonların da antileptonları vardır ve leptonlar renksizdir" şeklindedir. Son testte G okulundaki öğrencilerin TA kategorisindeki cevap yüzdesi %4,76, kavram yanlışlığı cevap yüzdesi ise %4,76'dır. G okulundaki öğrencilerin uygulama sonrası sahip oldukları kavram yanlışlığı "Proton ve nötron temel parçacıktır, çünkü leptonlardan oluşmuştur." şeklindedir. Öğrenciler, her ne kadar ilköğretimden ortaöğretime kadar atom ile ilgili temel bilgileri öğrenseler de yörünge ve orbital kavramlarını karıştırmakta, kabuk kavramını kullanmamaktadırlar. Literatürde de benzer bulgulara rastlanılmıştır. (Bak ve Ayas, 2008). Ayrıca proton, nötron ve elektron kavramlarının her üçünü de temel parçacık olarak adlandırmaktadırlar. Yeni karşılaştıkları kuark, antikuark, lepton ve antilepton kavramlarını ise birbirlerinin yerine kullanıyor olmaları da dikkat çekicidir.

ÇEKBAT'ın 1i. sorusunda ön testte her iki okulda da DS-DN kategorisinde cevap veren öğrenci yüzdesinde öğretim sonrası bir artış gözlenmiştir (Tablo 31, syf, 132). A okulundaki öğrencilerde uygulama sonrası kavram yanlışlığı görülmüştür. A okulundaki öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlığı; "Elektronlar kuark ailesine dahildir ve daha alt parçacıkları yoktur." şeklindedir. A okulundaki öğrencilerin %7,14'ü, ÇEKÖRM'ün uygulanması sonrasında, kuark ve lepton kavramlarının karıştırmakta ve kavramları birbirlerinin yerine kullanmaktadırlar. ÇEKBAT'ın 1i. sorusunda ön testte G okulundaki öğrencilerin %9,52'si kavram yanlışlığına sahiptir (Tablo 32, syf, 133). G okulundaki öğrenciler uygulama öncesi "Elektron içyapılarından ve çekirdeğin içinde yer almasından

dolayı temel parçacıktır.” ve “Hem proton hem elektron atomun temel parçacığdır, her ikisi de atomun yapısında bulunur.” şeklinde kavram yanlışısına sahiptir. G okulundaki öğrenciler uygulama sonrası “Elektronlar içyapıları nedeniyle temel parçacıktır ve kuarkları vardır” ve “Bilindiğı kadarıyla elektrondan daha küçük bir parçacık yoktur ve bu yüzden hem proton hem elektron temel parçacıktır.” şeklinde kavram yanlışısına sahiptirler. G okulundaki öğrencilerin %9,52’si ÇEKÖRM’ün uygulanması öncesinde kavram yanlışısına sahipken ÇEKÖRM’ün uygulanması sonrasında yine %9,52’si kavram yanlışısına sahiptir. G okulundaki öğrencilerin uygulama öncesi sahip oldukları kavram yanlışılarının uygulama sonrası devam etmesi bazı yanlışların değişime karşı dirençli olması ile açıklanabilir. Öğretmenler bazen kavramları öğretirken, öğretim yöntemlerinden ne kadar emin olurlarsa olsunlar ve öğrencilerin kavramı zihinlerinde daha önce sahip oldukları kavramlar ile karşılaştırarak kendisi yapılandırıdığı ve öğrenmenin bireysel olmasından dolayı kavramı öğretmede başarısız olunabilir. Yapılan çalışmalar kavram yanlışılarının değişime karşı dirençli olduğunu göstermektedir (Berquest ve Heikkien, 1990; Bilgin ve Geban, 2001).

Hem A hem de G okullarındaki öğrenciler ÇEKKAT ve ÇEKBAT’ta ön testte atom altı tanecikleri açıklarken, kuarklar ve leptonlardan söz etmemişlerdir. Açıklamalarında proton, nötron ve elektron kavramları ön plana çıkmıştır. Ortaöğretim 11. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı 2010 yılında uygulamaya girmiştir. Bu öğretim programında daha önce yürürlükte olan öğretim programından farklı olarak atom altı tanecikler ve alt kavramları yer almaktadır. Dolayısıyla, öğrencilerin ön testte bu kavramlardan bahsetmemeleri beklenen bir durumdur. Son testte ise öğrencilerin bazılarının kuark ve lepton kavramlarını birbirlerinin yerine kullanmaları ve bu kavramları karıştırıyor olmaları dikkat çekicidir. Ancak bu oran DS-DN ve DS-KDN kategorilerinde cevap veren öğrenci oranı ile kıyaslandığında oldukça düşüktür. Bu durumda da ÇEKÖRM’ün yeni karşılaşılan kavramların öğretilmesinde de etkili olduğu söylenebilir. Ayrıca ÇEKÖRM’de atom altı tanecikler ile ilgili derslerde açıklayıcı metni ve animasyonlar beraber kullanılmıştır. Bu durumda açıklayıcı metinlerinin animasyonlar ile beraber kullanılmasının soyut kavramların öğretilmesinde etkili olduğu söylenebilir. Literatürde atom altı taneciklerin öğretiminde açıklayıcı metinlerin animasyonlar ile beraber kullanılması ve etkililiğın araştırılmasına yönelik bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu durumun literatüre yeni bir katkı sağladığı da söylenebilir.

Mülakatın 1. sorusunda ise kavramsal anlamının en yüksek ve orta düzeyde gerçekleştiği öğrenciler bilimsel bilgiler ile tutarlı cevaplar vermişlerdir. Ancak “antilepton” ve “antikuark” kavramlarına örnek verememişlerdir. Kavramsal anlamının en düşük düzeyde gerçekleştiği öğrencilerde dikkat çeken nokta “proton” ve “pozitron” ile “elektron” ve “elektrot” kavramlarını birbirlerinin yerine kullanmaları ve bu kavramları karıştırmalarıdır. Bu öğrenciler atom altı tanecikleri ile ilgili kavramları ezberleme yoluna gitmiş olabilirler. Öğrenciler sorulan sorulara ne sorulduğunu ya da kavramı anlamadan cevap vermektedirler. Ezberlenen bilgileri doğru bir şekilde kullanmaları da oldukça zordur (Ayas vd., 1997). Kimya öğretmenleri, öğrencilerin kimya dersini ezberlenmesi gereken bir ders olarak gördüklerini belirtmişlerdir. Buna neden olarak da merkezi sınavlarda her yıl birbirine benzer sorulara yer verilmesi, ders kitaplarındaki sorularda sadece bilgi düzeyinde soruların yer alması, derste sorulan sorulara benzer soruların sınavları oluşturması gösterilmektedir. Sınavlarda derste çözülen sorulara benzer sorular sorulduğunda başarının yüksek olması, ancak aynı konu ya da kavram ile ilgili farklı soru türleri sorulduğunda, başarının büyük ölçüde düşmesi, bu dersi alanların ezberleyerek bu derste başarılı olacaklarını düşünmelerinden kaynaklanmaktadır (Özden, 2007). Bu durum ÇEKÖRM’ün öğretilmesi sonrası karşılaşılan kavram yanılgılarını açıklayan bir etken olabilir. Dikkat çeken bir başka nokta ise, Ö19’un kimya dersindeki “çekirdek” kavramını biyoloji dersindeki “sitoplazma” kavramı ile karıştırıyor olmasıdır. Öğrencinin kimya dersindeki kavramları biyoloji dersindeki kavramlar ile karıştırması disiplinler arası ünite ya da derslerin birlikte düşünülerek düzenlenmesini akıllara getirmektedir. Böyle bir yaklaşımın sonucunda öğrenciler, değişik bakış açıları ile farklı disiplinler arasında daha derin ilişki kurmayı öğrenerek, olaylar, kavramlar ve fikirler arası ilişkileri daha açık olarak görebilirler ve bunlar üzerine yeni ve farklı bilgileri daha kolay yapılandırırılar (NMSA, 1982; Carregie, 1989; Bean, 1990; Akt. Mcdonald ve Czerniak, 1994). Disiplinlerin bütünleştirilmesi ile kavramlar diğer alanlar ile ilişkilendirildiğinde, öğrencilerin sevmedikleri dersler bile onlar için zevkli hale gelebilir. Ayrıca Ö19’un biyoloji dersindeki “sitoplazma” kavramını “çekirdek” kavramı ile karıştırması öğretmenin sınıfta kullandığı herhangi bir analogiden de kaynaklanabilir. Öğrenci bu analogiyi muhtemelen yanlış anlamış ve yanlış yapılandırmıştır. Öğrencilerin analogiyi tam olarak anlayamadıklarında başarısız olacakları bilinmektedir (Pitmann, 1999).

4.2.2.2. Yarı Ömür ile İlgili Öğrencilerin Görüşleri

ÇEKKAT'ın 5., 6., 13. ve 19. soruları “yarı ömür” kavramı ile ilgilidir. Bu bölümde öğrencilerin veri toplama aracına verdikleri cevaplar dikkate alınarak, onların genel olarak yarı ömür ile ilgili sahip oldukları yanlışlar ve öğretim sonrasında fikirlerinde gerçekleşen kavramsal değişim yorumlanmıştır.

A okulundaki öğrencilerin ÇEKKAT'ın ilgili sorularına verdikleri cevaplar incelendiğinde; doğru cevap yüzdelerinde öğretim sonrasında artış gözlenmiştir (Tablo 19, syf, 111). G okulundaki öğrencilerin ÇEKKAT'ın ilgili sorularına verdikleri cevaplar incelendiğinde ise; 6., 13. ve 19. soruda doğru cevap yüzdelerinde öğretim sonrasında artış, 5. soruda öğretim sonrasında herhangi bir değişikliğe rastlanılmamıştır (Tablo 19, syf, 111). Yarı ömür kavramı ÇEKÖRM'de çalışma yaprağı (sanal deney) ve animasyon ile açıklanmıştır. Laboratuvar yöntemi en kalıcı bilgiye ulaşma yöntemi olarak tanımlansa da (Beanch ve Stone, 1988) bu yöntemin ülkemizde uygulanmasının zor olduğu aşikârdır. Çünkü bu yöntem üniversite sınavına girecek olan öğrenciler için ve bu öğrencileri sınava hazırlayan öğretmenler için de zaman kaybı olarak görülmektedir (Tezcan ve Günay, 2003). Ülkemiz koşullarında madde-malzeme eksikliğinin de olması laboratuvar kullanımını oldukça sınırlamaktadır (Tezcan ve Erçoklu, 2010). Kimya eğitiminde etkili öğrenmenin gerçekleşmesi için son yıllarda bilgi ve iletişim teknolojilerinden (animasyon, video gibi teknolojik araçlar) yararlanılmaktadır. Bilgi ve iletişim teknolojileri öğrenme ortamında karşılaşılan; kimyasalların temini, deneyi gerçekleştirmede yüksek maliyet, deneyin hazırlanmasındaki kapsamlı hazırlık ve güvenlik sorunu gibi birçok zorluğu ortadan kaldırmaktadır (Russell vd., 1997). Kimya eğitiminde bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımının geleneksel öğretim yolu ile giderilemeyen yanlışları en aza indirmede başarılı olacağı düşünülmektedir. Animasyonlar kimyanın öğrenilmesinde doğrudan algılanamayan kimyasal olayları moleküler seviyede gösterme yeteneğine sahip olduğu için büyük bir öneme sahiptir (Ardaç ve Akaygun, 2004). Literatürde kimya eğitiminde birçok araştırmada animasyonların kavram yanlışlarının azaltılmasında ve kavram öğreniminin kolaylaştırılmasında etkili olduğu belirtilmektedir (Sanger ve Greenbowe, 1997; Burke vd., 1998; Yang vd., 2003; Doymuş vd., 2010). ÇEKÖRM'de yarı ömür kavramının öğretilmesinde ve bu kavram ile ilgili mevcut yanlışların en aza indirilmesine yardımcı olmak için çalışma yaprağı (sanal deney) ve animasyonlar kullanılmıştır. Yarı ömür kavramı ile ilgili öğretim sonrası yüksek anlamının gerçekleşmiş olması

ÇEKÖRM’de kullanılan çalışma yaprağı kapsamında sanal deney ve animasyonun etkililiği ile ilişkilendirilebilir. Birçok araştırmacı animasyonlarda olduğu gibi çoklu gösterimlerin öğrencileri soyut konuları anlamalarında etkili olduğunu belirtmektedir (Sanger ve Badger, 2001; Weerawardhana, 2003). Buna neden olarak araştırmacılar animasyonların öğrencilerin kavramı makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyutta görmelerine yardımcı olmasını göstermektedirler. Öğrencilerin her üç boyutta da gerçekleşen olayları görmeleri onların soyut olan kimya konularını anlamalarında oldukça önemlidir (Wu, Krajick ve Soloway, 2001). Bu durumda çalışma yaprakları kapsamında gerçekleştirilen sanal deneyde molekülerin hareketlerinin ve faz değişimlerinin detaylı gösteriminin “yarı ömür” kavramı ile ilgili yüksek anlamının gerçekleşmiş olması ile açıklamak mümkündür. Ayrıca sanal deneylerin laboratuvar kullanımını kısıtlayan nedenlerden dolayı laboratuvarlara alternatif olduğu söylenebilir. Sınıf içi uygulamalarda çalışma yaprakları dağıtılıp sanal deney yapılacağı açıklandığında araştırmacı tarafından öğrencilerin ön sıralara gelmeye çalıştığı, ilgi ve meraklarının arttığı gözlemlenmiştir. Öğrencilerin kendilerine sunulan öğrenme ortamını ilginç bulmaları ve öğrenme ortamı hakkında meraklanmaları onların başarılarını artırmaktadır (Jackson ve Songer, 2000). Yarı ömür kavramı ile olumlu yönde kavramsal değişimin gerçekleşmesi onların ortamı ilginç bulmaları ile de açıklanabilir.

4.2.2.3. Doğal ve Yapay Radyoaktiflik ile İlgili Öğrencilerin Görüşleri

ÇEKKAT’ın 20. ve 21., ÇEKBAT’ın 1ii. ve mülakatın 4. sorusu “doğal ve yapay radyoaktiflik” kavramları ile ilgilidir. Bu bölümde öğrencilerin her bir veri toplama aracındaki sorulara verdikleri cevaplar dikkate alınarak, onların genel olarak doğal ve yapay radyoaktiflik ile ilgili sahip oldukları yanlışlar ve öğretim sonrasında fikirlerinde gerçekleşen kavramsal değişim ve başarı yorumlanmıştır.

ÇEKKAT’ın 20. sorusunda A okulundaki öğrencilerin DS-DN kategorisinde öğretim sonrasında doğru cevap yüzdelerinde artma gözlenmiştir (Tablo 20, syf, 117). A okulundaki öğrencilerde ön testte kavram yanlışlı cevap veren öğrenci yüzdesi %35,71 iken son testte ise kavram yanlışlı öğrenci cevabına rastlanılmamıştır (Tablo 20, syf,117). A okulundaki öğrencilerin ön testte sahip oldukları kavram yanlışlıları; “Toprakta bulunan radon gazı ve vücudumuzdaki radyoizotoplar yapay radyoaktif kaynaklardır.” ve “Nükleer atıklar ve cep telefonları doğal radyoaktif kaynaklardır.” şeklindedir. ÇEKKAT’ın 20.

sorusunda G okulundaki öğrencilerin ön testte DS-DN kategorisinde cevap veren öğrenci bulunmazken son testte ise bu kategoriye giren öğrenci yüzdesi %61,90'dır (Tablo 20, syf, 117). Bu soru için G okulundaki öğrencilerde hem ön testte hem son testte kavram yanlışlı cevaba rastlanılmamıştır.

A ve G okulundaki öğrencilerin ÇEKKAT'ın 21. sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde, öğretim sonrasında DS-DN kategorisinde cevap veren öğrenci yüzdesinde bir artış gözlenmiştir (Tablo 21, syf, 199). A ve G okulundaki öğrencilerde ön ve son testte bu soru ile ilgili kavram yanlışlı cevaplara rastlanılmamıştır (Tablo 21, syf, 199).

A ve G okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 1iii. sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde, öğretim sonrasında DS-DN kategorisinde cevap veren öğrenci yüzdesinde bir artış gözlenmiştir (Tablo 31-32, syf, 132-133). A okulundaki öğrencilerde ön testte bu soruda öğrencilerin %7,14'ü kavram yanlışlı cevap verirken son testte kavram yanlışlı cevaba rastlanılmamıştır (Tablo 31, syf 132). G okulundaki öğrencilerin de ön ve son testte bu soru ile ilgili kavram yanlışlı cevapları bulunmamaktadır (Tablo 32, syf, 133). A okulundaki öğrencilerin ön testlerde sahip oldukları kavram yanlışlıları; “Toprakta bulunan radon gazı ve vücudumuzdaki radyoizotoplar yapay radyoaktif kaynaklardır.”, “Nükleer atıklar ve cep telefonları doğal radyoaktif kaynaklardır.” ve “Bombardıman taneciği girenler tarafında olduğu için tepkime doğaldır.” şeklindedir. Öğrencilerin sahip oldukları bu yanlışlılar muhtemelen doğal ve yapay radyoaktif kaynakları karıştırıyor veya birbirlerinin yerine kullanıyor olmalarından kaynaklanmaktadır. Literatürde öğrencilerin ve öğretmen adaylarının doğal ve yapay radyasyon tam olarak ayırt edemedikleri ve karıştırdıkları belirtilmektedir (Başlantı, 1999; Aubrecht vd., 2000; Yalçın, 2003; Ceng vd., 2007; Dönmez Usta vd., 2009). Ön testte sahip olunan bu yanlışlılara son testte rastlanılmamıştır. Son testte bu yanlışlılara rastlanılmaması ÇEKÖRM'ün kavramsal değişime olumlu yönde katkı sağlaması ile açıklanabilir.

Mülakatın 4. sorusunda kavramsal değişimin en yüksek, orta ve en düşük düzeyde gerçekleştiği öğrenciler bilimsel bilgiler ile tutarlı cevaplar vermişlerdir. Mülakatlarda kavram yanlışlı cevaplara rastlanılmamıştır. Bu durum ÇEKÖRM'de gerçekleştirilen etkinliklerin, kavram yanlışlılarının giderilmesine ve kavramsal yapılarıdaki farklılaşmanın sağlanmasına yardımcı olması ile açıklanabilir.

ÇEKÖRM'de doğal ve yapay radyoaktif kaynakların işlendiği derste kavramsal değişim metni, animasyon, tartışma ve soru-cevap tekniği kullanılırken değerlendirme

olarak da yapılandırmacı grid kullanılmıştır. Kavramsal değişim metinlerinde, öğrenciler fikirlerinin bilimsel fikirler ile aynı ya da farklı olduğundan haberdar edilirler. Farklı fikirlere sahip olduğundan haberdar olan öğrenciler bilimsel olarak kabul edilen fikirleri benimsemeleri için ikna edilmeye çalışılırlar (Hynd, 2001). Kavramsal değişim metinleri içerisindeki çeşitli açıklamalar ve örnekler, öğretilmesi hedeflenen kavramların öğrenciler tarafından anlaşılmasına yardım ederler (Pınarbaşı ve Canpolat, 2002). Metinlerin kullanılması sonucunda öğrencilerin bir bütün olarak bilimsel bilgileri kavramaları sağlanır (Yürük ve Geban, 2001). Kavramsal değişim metinlerinin kullanımında öğrencilere bilgileri daha derinlemesine sorgulaması için küçük grup tartışmalarının kullanılmasına özen gösterilmelidir. Çünkü grup tartışmaları ile öğrenciler kendi fikirleri ile bilimsel fikirler arasında karşılaştırma yapma fırsatı bulurlar (Diakidoy vd., 2003). Kavramsal değişim metinlerinin kullanıldığı birçok çalışma yapılmış ve bu metinlerin bilimsel kavramların öğrenilmesine ve kavram yanlışlarının giderilmesine yardım ettiği ortaya konmuştur (Saka, 2006; Çalık, 2006; Sevim, 2007; Ünal, 2007; Şahin, 2010). Ancak tek başına kullanılmasının öğrencinin aktif olarak katılacağını deneyimlere göre başarılı olmayacağını da düşünenler bulunmaktadır. Bu nedenle bu tür metinlerin küçük grup tartışması, drama ve gösteri ile desteklenmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir (Hynd, 2001; Ölmez vd., 2001). Bu çalışmada doğal ve yapay radyoaktifliğin öğretiminde BDÖ ve kavramsal değişim metinlerinin birlikte kullanılması ve tartışma ortamı ile desteklenmesi öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının giderilmesine yardımcı olduğu şeklinde yorumlanabilir. Bu durum literatürdeki birçok çalışma ile paralellik göstermektedir (Yürük, 2001; Toka ve Aşkar, 2002; Akçay vd., 2003; Ünal, 2007).

Yapılandırmacı grid öğrencilerin kavram yanlışlarında ve bilglerinde bulunan eksiklikleri ve aksaklıkları ortaya çıkarmada kullanılan bir tekniktir (Bahar vd., 2006). Yapılandırmacı grid tekniğinde öğrencilerin soruları şansa bağlı olarak cevaplamaları neredeyse imkânsızdır. Öğrencilerin doğru kutucukları işaretleyebilmeleri için konu alan bilgilerinin oldukça iyi olması gerekmektedir. Öğrencilerin yanlış kutucukları seçmeleri ile öğrencilerin konu ile ilgili yanlış ve eksik bilgileri ortaya çıkarılır. Öğrencilere de çok kısa bir zamanda uygulanabilir. Değerlendirme olarak kullanılan yapılandırmacı gridin bu süreçte etkili olduğu düşünülmektedir. Bu durum literatür ile paralellik göstermektedir (Bahar vd., 2002; Nakiboğlu ve Ertem, 2010).

4.2.2.4. Füzyon ve Filyon ile İlgili Öğrencilerin Görüşleri

ÇEKKAT'ın 3., 9., 10., 26., 27. ve 28. soruları ile ÇEKBAT'ın 4i.,4ii. ve 4iii soruları “füzyon” ve “filyon” kavramları ile ilgilidir. Ayrıca diğeri bir veri toplama aracı olan mülakatın 8. sorusu da aynı kavramlar ile ilgilidir. Bu bölümde öğrencilerin her bir veri toplama aracındaki sorulara verdikleri cevaplar dikkate alınarak, onların genel olarak füzyon ve filyon ile ilgili sahip oldukları yanlışlar ve öğretim sonrasında fikirlerinde gerçekleşen kavramsal değişim yorumlanmıştır.

A okulundaki öğrencilerin ÇEKKAT'ın ilk bölümünde yer alan 3., 9. ve 10. sorulara verdikleri doğru cevap yüzdeleri incelendiğinde; 3., 9., 26., 27. ve 28. soruda öğretim sonrasında doğru cevap yüzdelerinde bir artma gözlenirken 10. soruda doğru cevap yüzdelerinde herhangi bir değişikliğe rastlanılmamıştır (Tablo 19, syf, 111). A okulundaki öğrencilerin ÇEKKAT'ın üçüncü bölümünde yer alan 26., 27. ve 28. sorularına verilen cevaplar incelendiğinde ilgili sorularda doğru cevap yüzdelerinde bir artma gözlenmiştir (Tablo 23, syf, 122). G okulundaki öğrencilerin ÇEKKAT'ın ilk bölümünde yer alan 3., 9. ve 10. sorulara verdikleri doğru cevap yüzdeleri incelendiğinde ise 3. soruda bir azalma, 9. ve 10. soruda bir artma gözlenmiştir (Tablo 19, syf, 111). G okulundaki öğrencilerin ÇEKKAT'ın üçüncü bölümünde yer alan 26., 27. ve 28. sorularına verdikleri doğru cevap yüzdeleri incelendiğinde ilgili sorularda öğretim sonrası bir artma gözlenmiştir (Tablo 23, syf, 122).

A ve G okullarındaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 4i. sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde, öğretim sonrasında DS-DN kategorisinde cevap yüzdelerinde öğretim sonrasında bir artma gözlenmiştir (Tablo 37-38, syf, 145). A okulundaki öğrencilerde hem ön hem son testte bu soru için kavram yanlışlı cevaba rastlanılmamıştır. G okulundaki öğrencilerde ön testte kavram yanlışlı cevaba rastlanılmazken son testte öğrencilerin %9,52'si kavram yanlışlı cevaplar vermişlerdir. Öğrencilerin sahip oldukları bu yanlışlı; “Tepkime birleşme tepkimesi olduğu için filyon tepkimesidir.” şeklindedir. Bu durum öğrencilerin filyon ve füzyon kavramlarını karıştırıyor olmasından kaynaklanabilir.

A ve G okullarındaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 4ii. sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde, DS-DN kategorisinde cevap veren öğrenci yüzdelerinde öğretim sonrasında bir artma gözlenmiştir (Tablo 37-38, syf, 145). A okulundaki öğrencilerde hem ön hem son testte bu soru için kavram yanlışlı cevaba rastlanılmamıştır. G okulundaki öğrencilerin %4,76'sı hem ön testte hem de son testte kavram yanlışlı cevaba sahiptirler.

G okulundaki öğrencilerin ön testte sahip oldukları kavram yanılığı; “Füzyondur çünkü atom bombası füzyona örnektir.”, son testte sahip oldukları kavram yanılığı ise “Yıldızların enerjileri fisyon örnektir, güneş enerjisi füzyon tepkimesine örnektir.” şeklindedir. Bu durum yine öğrencilerin fisyon ve füzyon kavramlarını karıştırıyor olmasından kaynaklanabilir. Öğrencilerin “füzyon” ve “fisyon” kavramlarını karıştırdıkları ve birbirinin yerine kullandıklarını gösteren çalışmalar yer almaktadır (Başlantı 1999; Ceng vd., 2007; Dönmez Usta vd., 2009).

A ve G okullarındaki öğrencilerin ÇEKBAT’ın 4iii. sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde, TA kategorisinde öğretim sonrasında cevap veren öğrenci yüzdelerinde bir artma gözlenmiştir (Tablo 43-44, syf, 153). Ön testte A okulundaki öğrencilerde kavram yanılığlı cevaba rastlanılmazken son testte kavram yanılığlı cevaba öğrencilerin %7,14’ünde rastlanılmıştır. Son testte rastlanılan kavram yanılığına sahip olan öğrenciler fisyonun bir ayrışma tepkimesi olduğunu belirtirken tepkime örneğinde ise birleşme tepkimesine örnek yazmışlardır. G okulundaki öğrencilerde bu soru için ön ve son testte kavram yanılığlı cevaba rastlanılmamıştır.

Mülakatın 8. sorusu füzyon ve fisyon ile ilgili anlamaları araştırmaktadır. Kavramsal değişimin en yüksek ve orta düzeyde gerçekleştiği öğrencilerde bilimsel bilgiler ile tutarlı cevaplara rastlanılırken kavramsal değişimin en düşük düzeyde olduğu Ö19 ve Ö35 bilimsel bilgiler ile tutarlı olmayan kavram yanılığı içeren cevaplar vermişlerdir. Bu iki öğrencinin ifadelerinden füzyon ve fisyon kavramlarını birbiri ile karıştırdıkları anlaşılmaktadır.

ÇEKÖRM’de füzyon ve fisyon kavramları ile ilgili dersler anlatılırken kavramsal değişim metni, animasyon ve bilgisayar destekli öğretim materyali beraber kullanılmış ve tartışma ortamı oluşturulmuştur. Bu sorular için son testlerde doğru cevap yüzdelerinin artması ve az sayıda kavram yanılığlı cevaplara rastlanması kavramsal değişim metinlerinin BDÖ ile beraber kullanımının etkililiği şeklinde yorumlanabilir. Benzer durum doğal ve yapay radyoaktif kaynaklar ile ilgili bulgulara da ortaya çıkmıştır. Bu iki durum birbirini ve literatürü destekler niteliktedir.

4.2.2.5. Radyasyonun Canlılar Üzerine Etkileri İle İlgili Öğrencilerin Görüşleri

ÇEKKAT’ın 11. ve 12. soruları ile mülakatın son sorusu “radyasyonun canlılar üzerindeki etkileri” ile ilgilidir. Bu bölümde öğrencilerin veri toplama aracındaki sorulara

verdikleri cevaplar dikkate alınarak, onların genel olarak radyasyonun canlılar üzerine etkileri ile ilgili sahip oldukları yanlışlar ve öğretim sonrasında fikirlerinde gerçekleşen kavramsal değişim yorumlanmıştır.

A ve G okullarındaki öğrencilerin hepsi ön ve son testte ÇEKKAT'ın birinci bölümünde yer alan 11. soruya doğru cevap vermişlerdir (Tablo 19, syf, 111.). ÇEKKAT'ın birinci bölümünde yer alan 12. soruya A okulundaki öğrencilerin hepsi 11. soruda olduğu gibi yine hem ön testte hem son testte doğru cevap verirken, G okulundaki öğrencilerin doğru cevap yüzdelerinde bir artma gözlenmiştir (Tablo 19, syf, 111). Her iki okuldaki öğrencilerin bu sorular için doğru cevap yüzdeleri oldukça yüksektir.

Mülakatın son sorusunda öğrencilerden radyasyona maruz kalmış bir bitki, bir hayvan ve bir insan resmi çizimleri istenilmiştir. Kavramsal değişimin en yüksek, orta ve en düşük düzeyde gerçekleştiği öğrenciler bilimsel bilgiler ile tutarlı çizimler yapmışlardır. Öğrenci çizimlerinde dikkat çeken nokta; yüksek dozda radyasyona maruz kalmış bir bitkinin, bir hayvanın ya da bir insanın kalıtsal bozukluğa yani mutasyona uğrayacağını belirtmeleri olmuştur. Bazı öğrenciler birkaç özelliği aynı çizim üzerinde gösterirken, bazıları ise tek bir özellik üzerine yoğunlaşmış ve çizimini ona göre yapmıştır. Bu bulgular, A ve G okulundaki öğrencilerin radyasyonun canlılar üzerinde çeşitli organ ve dokuların tahribatına ve çeşitli kalıtsal bozukluklara neden olabileceğinin öğrenciler tarafından bilindiğini göstermektedir.

Mülakatın 7. sorusu Çernobil Nükleer Kazası ile ilgilidir. Bu soruda kavramsal değişimin en yüksek, orta ve en düşük düzeyde gerçekleştiği öğrenciler bilimsel bilgiler ile tutarlı cevaplar vermişlerdir. ÇEKÖRM'ün uygulamaları sırasında yakın tarihimizde yer alan Çernobil Nükleer Kazası ve bu kazanın etkilerinden doğal ve yapay radyoaktiflik dersinin sonunda bahsedilmiştir. Öğrencilerin bu kaza hakkında genel bir bilgiye sahip oldukları ve bu metni ilgi ile dinledikleri uygulamalar sırasında araştırmacı tarafından gözlenmiştir. Bu durum örgün eğitimleri sırasında Çekirdek Kimyası ünitesini henüz işlememiş ya da uygulamanın yapıldığı eğitim-öğretim sürecinde görmemiş olan öğrencilerin bu üniteye geçen kavramlar ya da olaylar hakkında birtakım ön bilgilere sahip olabileceklerinin bir göstergesidir. Çağımızda internet sayesinde tek tuşla bilgiye ulaşılabilir. Öğrenciler internet, televizyon ve radyo gibi kitle iletişim araçlarından, sosyal paylaşımlarından ya da günlük hayatlarındaki deneyimlerinden bu ön bilgilere sahip olabilirler. Yakın tarihimizde buna en basit örnek de Çernobil Nükleer Kazası'dır. Bu

kazanın sonuçlarının canlılar için üzücü olması, radyasyonun canlılar üzerindeki etkilerinin neler olacağının bilinmesiyle ilişkilendirilebilir.

4.2.2.6. Radyoaktivite, Radyoaktif Element, Radyoaktif Bozunma ile İlgili Öğrenci Görüşleri

ÇEKKAT’ın 4., 7., 8., 22., 23., 24. ve 25. soruları “radyoaktif element ve özellikleri”, “radyoaktivite” ve “radyoaktif bozunma” kavramları ile ilgilidir. Bu bölümde öğrencilerin veri toplama aracındaki sorulara verdikleri cevaplar dikkate alınarak, onların genel olarak radyoaktif element ve özellikleri, radyoaktivite ve radyoaktif bozunma ile ilgili sahip oldukları yanlışlar ve öğretim sonrasında fikirlerinde gerçekleşen kavramsal değişim yorumlanmıştır.

A okulundaki öğrencilerin ÇEKKAT’ın ilk bölümünde yer alan 4., 7. ve 8. sorularına verdikleri doğru cevap yüzdeleri incelendiğinde; 7. ve 8. soruda doğru cevap yüzdelerinde bir artma gerçekleştiği, 4. soruda ise herhangi bir değişikliğin olmadığı gözlenmiştir (Tablo 19, syf, 111.). G okulundaki öğrencilerin ÇEKKAT’ın ilk bölümünde yer alan 4., 7. ve 8. sorulara verdikleri doğru cevap yüzdeleri incelendiğinde ise 4. ve 7. soruda bir artma, 8. soruda ise bir azalma gözlenmiştir (Tablo 19, syf, 111.).

A okulundaki öğrencilerin ÇEKKAT’ın üçüncü bölümünde yer alan 23., 24. ve 25. sorularına verdikleri doğru cevap yüzdeleri incelendiğinde; 23. ve 24. Soruda bir azalma 25. soruda ise bir artma gözlenmiştir (Tablo 23, syf, 122). G okulundaki öğrencilerin ÇEKKAT’ın üçüncü bölümünde yer alan 23., 24. ve 25. sorularına verdikleri doğru cevap yüzdeleri incelendiğinde; 24. ve 25. sorularda bir artma, 23. soruda ise bir azalma gözlenmiştir (Tablo 23, syf, 122).

ÇEKKAT’ın 25. sorusunda yüksek anlamının gerçekleşmesi radyoaktif bozunma kavramı ile ilgili derste çalışma yapraklarının ve animasyonun beraber kullanılmasının etkililiği ile açıklanabilir. Radyoaktif bozunmada kullanılan animasyon ile öğrencilere radyoaktif bozunmanın nasıl gerçekleştiği küp etkinliği ile açıklanmıştır. Farklı bir uygulama olan küp etkinliği öğrencilerin ilgisini çekmiştir. Bu etkinlik ile öğrencilerin radyoaktif bozunmada meydana gelen değişimleri grafiksel olarak görmeleri de sağlanmaktadır. Bu durumda soyut olan kavram somutlaştırılarak yüksek düzeyde kavramsal değişimin gerçekleştirilmesine yardımcı olduğu söylenebilir. Sanger (2000) yaptığı çalışmada animasyon kullanmıştır ve bilgisayar ortamında kavram yanlışlarının

çok olduğu anlaşılması zor olan konuları öğretiminde animasyonların etkili olduğunu belirtmiştir. Ayrıca “Radyoaktif bozunma” analojisi ilgili kavramın öğretiminde kullanılmıştır. Bu kavram ile ilgili öğrencilerin yüksek anlamlara sahip olmaları analojinin etkili olması ile de açıklanabilir. Bu durumu Çekirdek Kimyası ünitesinde yer alan yarı ömür kavramının öğretiminde McGeachy (1988) çalışmasındaki plastik oyun kâğıtları kullanarak bir analog ile öğretimin öğrenci başarılarının artırdığına yönelik bulgular da desteklemektedir.

A ve G okullarındaki öğrencilerin ÇEKKAT’ın ikinci bölümünde yer alan 22. sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde DS-DN kategorisinde cevap veren öğrenci yüzdesinde öğretim sonrasında bir artma gözlenmiştir (Tablo 22, syf, 120). Ön testte A okulundaki öğrencilerin %21,42’si kavram yanlışlı cevap verirken son testte öğrencilerin %71,42’sinde kavram yanlışlı cevaba rastlanılmıştır. Öğrencilerin ön testte sahip oldukları kavram yanlışlı; “Radyoaktif maddelerin doğada bulunmaları yarı ömür ve madde miktarları ile ilişkilidir.”, “Doğada uzun süre kalması yarılanma ömrüne ve maddenin miktarına bağlıdır.” ve “Ne kadar fazla madde varsa doğada o kadar uzun süre kalır.” şeklindedir. Son testte öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlı; “Madde miktarı ve yarılanma ömrü ile ilişkilidir çünkü yarılandıkça doğada kalma süresi uzar ve miktarı da buna bağlıdır.” ve “Yarılanma ömrü, madde miktarı ve fiziksel haline bağlıdır, her üçü de etkili olabilir.” şeklindedir. G okulundaki öğrencilerde ön testte kavram yanlışlı cevaba rastlanılmazken son testte öğrencilerin %14,28’inde kavram yanlışlı cevaba rastlanılmıştır. Son testte öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlı; “Yarı ömür ve madde miktarıdır.”, “Maddenin miktarı ne kadar fazla ise o kadar etkisi uzun sürer, maddenin yarılanma ömrü ne kadar uzun ise etkisi o kadar uzun sürer.” şeklindedir. Bu durum uygulamalar sonucunda öğrencilerin ön bilgilerinde birtakım değişikliklerin olduğu ancak kavramları tam olarak özümseyemediklerinin bir sonucu olarak yorumlanabilir. Uygulamalar sonrasında farklı yanlışlıların ortaya çıktığı çalışmalar literatürde yer almaktadır (Kurt ve Akdeniz, 2003; Coştu, 2006; Çalık, 2006; Özsevgeç, 2007). Öğrencilerin ön testte de kavram yanlışlılarına sahip oldukları ve soruyu boş bırakma ya da yanlış cevaplama ile yanlışlılarını gizlemiş olabilecekleri ile ilişkilendirilebilir. Ayrıca öğrencilerin yapılandırmacı öğrenme ortamına alışkın olmamaları, yapılan etkinlikleri anlamaya çalışmaları kavram yanlışlılarının oluşmasına neden ya da kavramsal değişimin gerçekleşmesine engel olabilir. Bu durumu Bodner (1990)’ın “Ne kadar kaliteli eğitim

yapılırsa yapılınsın öğrenci kavramı kendi algıladığı gibi yapılandırır” ifadesi ile de açıklamak mümkündür.

4.2.2.7. Radyoaktif Maddelerin Kullanım Alanları, Radyasyon İşaretleri ve Radyoaktiflikten Kaynaklı Tehlikeler ile İlgili Öğrenci Görüşleri

ÇEKBAT’ın 7., 8. ve 9. soruları sırasıyla “radyoaktif maddelerin kullanım alanları, radyasyon işaretleri ve radyoaktiften kaynaklı tehlikelerden korunmak için alınacak tedbirler” ile ilgilidir. Bu bölümde öğrencilerin veri toplama aracındaki sorulara verdikleri cevaplar dikkate alınarak, onların genel olarak radyoaktif maddelerin kullanım alanları, radyasyon işaretleri ve radyoaktiflikten kaynaklı tehlikeler ile ilgili sahip oldukları fikirle ve öğretim sonrasında fikirlerinde gerçekleşen değişimler yorumlanmıştır.

A okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT’ın 7. sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde, ön testte TA kategorisinde cevap veren öğrenci yüzdesinde bir artma gözlenmiştir. A okulundaki öğrencilerde hem ön testte hem son testte kavram yanlışlığı cevaba rastlanılmamıştır (Tablo 41, syf, 151). G okulundaki öğrencilerde ÇEKBAT’ın 7. sorusuna hem ön hem son testte TA kategorisinde cevap veren öğrenci bulunmamaktadır. Ancak KA kategorisindeki doğru cevap yüzdeleri incelendiğinde, bu kategorideki doğru cevap yüzdesinde bir artma gözlenmiştir (Tablo 42, syf, 151). G okulundaki öğrencilerde de hem ön testte hem son testte kavram yanlışlığı cevaba rastlanılmamıştır. Bu durumu öğrencilerin radyoaktif maddelerin kullanım alanları ile ilgili genel bilgilere sahip oldukları ile açıklamak olasıdır. Öğrencilerin son testte TA ve KA kategorilerinde cevap yüzdelерinin artması radyoaktif maddelerin kullanım alanları ile ilgili sunum yapımları ile de açıklanabilir. ÇEKÖRM’ün uygulanması öncesinde öğrencilere, radyoaktif maddelerin isimleri verilmiş, bu maddelerin kullanım alanlarını araştırmaları söylenmiş ve son derste verilen konu ile ilgili sunum yapacakları belirtilmiştir. ÇEKÖRM’ün uygulamaların yapıldığı son derste öğrenciler kendilerine verilen radyoaktif maddelerin kullanım alanları ile ilgili hazırladıkları sunumları gerçekleştirmişlerdir. Bu süreçte öğrenciler radyoaktif maddelerin kullanım alanlarını araştırmışlar ve sınıf ortamında arkadaşları ile paylaşmışlardır. Öğrencilerin kendi araştırmaları ve arkadaşları ile paylaşımları bu durumu açıklayan etken olarak gösterilebilir.

A okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT’ın 8. sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde, TA kategorisinde cevap veren öğrenci yüzdesinde bir artma gözlenmiştir

(Tablo 41, syf, 151). A okulundaki öğrencilerde bu soruda hem ön testte hem de son testte kavram yanlışlı cevaba rastlanılmamıştır. G okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 8. sorusunda hem ön hem son testte TA kategorisinde cevap veren öğrenci bulunmamaktadır. Ancak KA kategorisinde doğru cevap yüzdeleri incelendiğinde, bu kategorideki doğru cevap yüzdesine bir artma gözlenmiştir (Tablo 42, syf, 151). Ayrıca G okulundaki öğrencilerde de hem ön testte hem son testte kavram yanlışlı cevaba rastlanılmamıştır. Bu durum öğrencilerin radyasyon ile ilgili uyarı işaretlerini genel olarak bilmeleri ile açıklanabilir. Öğrenciler kendi deneyimleri neticesinde günlük hayatlarında bu işaretler ile karşılaşmış olabilirler. Öğrencilerin günlük hayatlarında bu işaretler ile karşılaşabilecekleri yerler; hastanelerde röntgen cihazlarının olduğu odaların giriş kapısında, televizyon, internet gibi kitle iletişim araçlarında radyoaktivite, nükleer santral ya da nükleer enerji ile ilgili programlar olabilir.

A okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 9. sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde TA kategorisinde cevap veren öğrenci yüzdesinde bir artma gözlenmiştir (Tablo 43, syf, 153). A okulundaki öğrencilerde hem ön testte hem son testte kavram yanlışlı cevaba rastlanılmamıştır. G okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 9. sorusunda hem ön testte hem son testte TA kategorisinde cevap veren öğrenci bulunmamaktadır (Tablo 44, syf, 153). G okulundaki öğrencilerde KA kategorisinde cevap veren öğrenci yüzdesinde son testte bir artma gözlenmiştir (Tablo 44, syf, 153). G okulundaki öğrencilerde de hem ön testte hem son testte kavram yanlışlı cevaba rastlanılmamıştır. Bu durum öğrencilerin radyoaktiflikten kaynaklı tehlikelerden korunmak için alınacak tedbirleri genel olarak bildikleri şeklinde yorumlanabilir. Çernobil Nükleer Kazası ve bu kazanın etkilerinin canlılar için üzücü olmasının bu tür tehlikelerden korunmak için alınması gereken önlemlerin bilinmesi ile açıklanabilir. Ancak öğrenciler ön testte radyoaktiflikten kaynaklı tehlikelerden korunma yollarının hepsini ifade edememişlerdir. A okulundaki öğrencilerin TA kategorisindeki, G okulundaki öğrencilerin KA kategorisindeki cevap yüzdelerinin artmasını ÇEKÖRM'de yer alan etkinliklerin etkililiği ile açıklamak mümkündür.

4.2.2.8. Aktiflik, Absorblanmış Doz, Biyolojik Eşdeğer Doz Kavramları ve Bu Kavramların Birimleri ile İlgili Öğrencilerin Görüşleri

ÇEKKAT'ın 30., 31., 32., 33. ve 34. soruları, ÇEKBAT'ın 3iii. ve 3iv. soruları ile mülakatın üçüncü sorusu; “aktiflik”, “absorblanmış doz” “biyolojik eşdeğer doz” ve bu kavramların birimleri ile ilgilidir. Bu bölümde öğrencilerin her bir veri toplama aracındaki sorulara verdikleri cevaplar dikkate alınarak, onların genel olarak aktiflik, absorblanmış doz ve biyolojik eşdeğer doz ile ilgili sahip oldukları yanlışlar ve öğretim sonrasında fikirlerinde gerçekleşen kavramsal değişim yorumlanmıştır.

A ve G okullarındaki öğrencilerin ÇEKKAT'ın üçüncü bölümünde yer alan 30., 31., 32., 33. ve 34. sorularına verdikleri doğru cevap yüzdeleri incelendiğinde, her iki okulda ilgili sorularda doğru cevap yüzdelerinde bir artma gözlenmiştir (Tablo 23, syf, 122). A okulundaki öğrencilerde ÇEKKAT'ın son bölümünde yer alan 34. soruya hem ön testte hem son testte TA kategorisinde cevap veren öğrenci bulunmamaktadır. KA kategorisinde cevap veren öğrenci yüzdesinde ise bir artma görülmektedir. Ayrıca ön testte öğrencilerin 14'ü Anlamama kategorisinde cevap verirken, son testte öğrencilerin 3'ü aynı kategoride cevap vermişlerdir. Son testte öğrencilerin 1'inde kavram yanlışlı cevaba rastlanılmıştır. Öğrencinin sahip olduğu kavram yanlışlığı; “Absorblanan doz: $Q \times$ soğurulan doz; biyolojik eşdeğer doz: absorblanan doz $\times Q$ ” şeklindedir. G okulundaki öğrencilerde ÇEKKAT'ın son bölümünde yer alan 34. soruya ön testte TA kategorisinde cevap veren öğrenci bulunmazken son testte bu kategoride cevap veren öğrenci yüzdesi %19,04'tür (Tablo 23, syf 122). Ayrıca ön testte öğrencilerin 21'i Anlamama kategorisinde cevap verirken, son testte öğrencilerin 2'si aynı kategoride cevap vermişlerdir. G okulundaki öğrencilerin 1'inde A okulundaki öğrencilerde olduğu gibi son testte kavram yanlışlı cevaba rastlanılmıştır. Öğrencinin sahip olduğu kavram yanlışlığı; “Biyolojik eşdeğer doz insanın röntgen değerindeki doz birimidir, absorblanan doz: biyolojik eşdeğer doz $\times Q$ ” şeklindedir. Literatürde “biyolojik eşdeğer doz” ve “absorblanan doz” ile ilgili böyle bir kavram yanlışlığına rastlanılmamıştır. Bu nedenle araştırma kapsamında böyle bir kavram yanlışlığının belirlenmiş olması her ne kadar istenmeyen bir durum olsa da literatüre yeni bir katkı sağlamaktadır. Ayrıca bu yanlışlığın belirlenmesi öğretmenlere derslerinin planlarken bu yanlışlıkların oluşmaması için gerekli önlemleri almaları bakımından önemlidir. Bu yanlışlığın oluşma sebebi öğrencilerin biyolojik eşdeğer doz ve absorblanmış doz kavramlarını karıştırmaları olabilir. Ayrıca bu yanlışlığın oluşma nedeni öğrencilerin

yeni öğrendikleri kavramları ezberleme yoluna gitmiş olmaları ve bu nedenle kavramları karıştırmış olmaları ile de açıklanabilir.

A okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 3iii. ve 3iv. sorularına verdikleri cevaplar incelendiğinde; ilgili sorularda TA kategorisinde cevap veren öğrenci yüzdelerinde bir artma gözlenmiştir (Tablo 35, syf, 141). ÇEKBAT'ın 3iii. sorusunda A okulundaki öğrencilerde ön testte kavram yanlışlı cevaba rastlanılmazken son testte öğrencilerin 1'inde kavram yanlışlı cevaba rastlanılmıştır. Ö3 son testte biyolojik eşdeğer doz ve absorblanmış doz kavramlarını birbirinin yerine kullanarak bu kavramları karıştırmıştır. A okulundaki öğrencilerde ön testte kavram yanlışlı cevaba rastlanılmazken son testte öğrencilerin 2'sinde (%14,28) kavram yanlışlı cevaba rastlanılmıştır. ÇEKBAT'ın 3iv. sorusu için son testte sahip olunan kavram yanlışlı “Gray ve sievert birimlerinin her ikisinin de absorblanmış doz birimidir.” şeklindedir. G okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 3iii. ve 3iv. sorularına verdikleri cevaplar incelendiğinde ise öğretim sonrasında TA kategorisinde cevap veren öğrenci yüzdesinde bir artma gözlenmiştir (Tablo 36, syf, 146). G okulundaki öğrencilerde her iki soruda da ön testte kavram yanlışlı cevaba rastlanılmazken son testte kavram yanlışlı cevaplar yer almaktadır. ÇEKBAT'ın 3iii. sorusu için son testte sahip olunan kavram yanlışlı; “Aktiflik saniyedeki nükleer bozunma sayısıdır, absorblanmış doz ise biyolojik eşdeğer dozun Q ile çarpımıdır.” şeklindedir. ÇEKBAT'ın 3iv. sorusu için ise son testte sahip olunan kavram yanlışlıları “Becquerel: aktiflik, gray: biyolojik eşdeğer doz ve sievert: absorblanmış doz birimidir.” ve “Becquerel: aktiflik, gray: absorblanmış doz, sievert: aktiflik birimidir.” şeklindedir. Literatürde “aktiflik, biyolojik eşdeğer doz ve bunların birimleri” ile ilgili kavram yanlışlılarına da rastlanılmamıştır. Bu nedenle araştırma kapsamında böyle bir kavram yanlışlısının belirlenmiş olması her ne kadar istenmeyen bir durum olsa da literatüre yeni bir katkı sağlamaktadır.

Mülakatın üçüncü sorusunda örneklemdaki öğrencilerin bazıları bilimsel bilgiler ile tutarlı cevaplar verirken bazıları kavram yanlışlı cevaplar vermişlerdir. Öğrencilerin hiçbiri etkin doz kavramını açıklayamamıştır. Ayrıca öğrenciler kavramları birbirlerinin yerine kullanmışlardır. Yapılan uygulamalar öğrencilerin alıştıklarının dışında olup onlar için yenidir. Bu kavramlar ile ilgili sorularda kavram yanlışlılarının oluşması onların daha önceden alıştıkları ezbere ve işleme dayalı yöntem ve tekniklerden kaynaklanabilir. Öğrenciler verilen kavramları ezberleme yoluna gitmiş olabilirler. Ezberlenen bilgileri de doğru bir şekilde kullanamamış olabilirler. Ayrıca eğitim alanında yapılan çalışmaların her

zaman gerçek sınıf ortamını yansıtmadığı da söylenmektedir (Quilez ve Solaz, 1995). Oluşan kavram yanlışları yürütülen bir çalışmada en istenmeyen bir durum olarak karşılanmaktadır. Bireysel özelliklerin/ihtiyaçların materyalin etkisini bastırdığı ve daha fazla öne çıktığını göstermektedir. Kavramsal değişim çalışmalarında bu tür olumsuz durumlar ile bazen karşılaşmak olasıdır (Coştu, 2006; Saka, 2006; Özsevgeç, 2007). Ön testte TA ve KA kategorisinde cevap bulunmazken bu kategorilerin son testte doğru cevap yüzdelerinin artması yine öğrenci bireysel farklılığını akıllara getirmektedir. Bu süreçte bireysel yeteneklerin daha çok etkili olduğu söylenilebilir.

4.2.2.9. Nükleer Enerji ve Nükleer Reaktörler ile İlgili Öğrenci Görüşleri

ÇEKKAT'ın 29. sorusu, ÇEKBAT'ın 5. ve 6. soruları “nükleer enerji” ve “nükleer reaktör” kavramları ile ilişkilidir. Bu bölümde öğrencilerin her bir veri toplama aracındaki sorulara verdikleri cevaplar dikkate alınarak, onların genel olarak nükleer enerji ve nükleer reaktörler ile ilgili sahip oldukları yanlışlar ve öğretim sonrasında fikirlerinde gerçekleşen kavramsal değişim yorumlanmıştır.

A ve G okullarındaki öğrencilerin ÇEKKAT'ın 29. sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde; ilgili soruda A okulundaki öğrencilerde doğru cevap yüzdelerinde öğretim sonrasında herhangi bir değişikliğe rastlanılmazken, G okulundaki öğrencilerde doğru cevap yüzdelerinde öğretim sonrasında bir artma gözlenmiştir (Tablo 23, syf, 122).

A okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 5. ve 6. sorularına verdikleri cevaplar incelendiğinde, ilgili sorularda TA kategorisinde cevap veren öğrenci yüzdesinde öğretim sonrasında bir artma gözlenmiştir. A okulundaki öğrencilerde her iki soruda ön ve son testlerde kavram yanlışlı cevaplara rastlanılmamıştır (Tablo 39, syf, 148). G okulundaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 5. ve 6. sorularına verdikleri cevaplar incelendiğinde ise her iki soruda da ön testte TA kategorisinde cevap veren öğrenci bulunmamaktadır. Son testte ise 5. soruda yine TA kategorisinde cevap veren öğrenci bulunmazken, 6. soruda öğrencilerin 2'si TA kategorisinde cevaplar vermişlerdir. G okulundaki öğrencilerde 5. ve 6. sorularda KA kategorisinde doğru cevap yüzdelerinde bir artma gözlenmiştir (Tablo 40, syf, 148). G okulundaki öğrencilerde her iki soruda hem ön testte hem son testte kavram yanlışlı cevaba rastlanılmamıştır.

ÇEKÖRM'ün uygulamaları sırasında nükleer enerji dersinin odaklanma aşamasından yenilenebilir enerji kaynaklar videosu kullanılmıştır. Öğrenci davranışlarından ve videoyu

tekrar izlemek istemelerinden yenilenebilir enerji kaynakları videosunun ilgilerini çektiği anlaşılmaktadır. Ayrıca bu derste nükleer enerji ile ilgili olumlu olumsuz görüşler içeren tablo kullanılmıştır. Öncelikle tablonun olumlu ya da olumsuz görüşten herhangi bir kısmı açılmış diğer kısmını tartışma ortamı ile öğrencilerin bulmaları sağlanmıştır. Bu süreçte öğrencilerin derse aktif katıldıkları, ilgi ve merakla diğer kısmın ne olduğunu tahmin etmeye çalıştıkları gözlenmiştir. Dersin son aşamasında enerji kıyaslama tablosu sınıfça doldurulmuştur. Öğrenciler diğer enerji kaynaklarına göre nükleer enerjiyi yakıt, maliyet, dışa bağımlılık gibi etkenlere göre kıyaslamışlardır. Nükleer enerji ile ilgili sorularda doğru cevap oranlarının yüksek olması ve kavram yanlışlıklarına rastlanılmaması ÇEKÖRM’ün nükleer enerji kavramı ile ilgili etkililiğini ortaya koymaktadır.

ÇEKÖRM’ün uygulamaları sırasında nükleer reaktör ile ilgili derste animasyonlar ve açıklayıcı metinleri beraber kullanılmıştır. Atom altı tanecikler ile ilgili derste de açıklayıcı metinlerin animasyon ile beraber kullanılmasının soyut kavramların öğretilmesinde etkili olduğu belirlenmiştir. Benzer durum nükleer reaktörler ile ilgili derste karşımıza çıkmaktadır. Bu iki durum birbirini destekler niteliktedir.

4.2.2.10. Kararlılık Kuşağı ile İlgili Öğrenci Görüşleri

ÇEKBAT’ın 2i., 2ii. ve 2iii. soruları ve mülakatın 2. sorusu “kararlılık kuşağı” ile ilgilidir. Bu bölümde öğrencilerin her bir veri toplama aracındaki sorulara verdikleri cevaplar dikkate alınarak, onların genel olarak kararlılık kuşağı ile ilgili sahip oldukları yanlışlıklar ve öğretim sonrasında fikirlerinde gerçekleşen kavramsal değişim yorumlanmıştır.

A ve G okullarındaki öğrencilerin ÇEKBAT’ın 2i., 2ii. ve 2iii. sorularına verdikleri cevaplar incelendiğinde; ilgili sorularda DS-DN kategorisindeki cevap yüzdelerinde her iki okuldaki öğrencilerde öğretim sonrasında bir artma gözlenmiştir (Tablo 33-34, syf, 137). A okulundaki öğrencilerde 2i. ve 2iii. soruda ön ve son testte kavram yanlışlıklarına rastlanılmamıştır. 2ii. soruda ise öğretim öncesi ve öğretim sonrası kavram yanlışlıklarına rastlanılmıştır. Öğretim öncesi öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlığı; “Alfa, beta ve gama ışıması yaparlar.”, öğretim sonrası öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlığı ise; “Bu elementler proton sayısını büyütme isterler ve bu nedenle gama ışıması yaparlar.” şeklindedir. G okulundaki öğrencilerde bu sorularda öğretim öncesi ve öğretim sonrası kavram yanlışlıklarına rastlanılmamıştır. A okulundaki öğrencilerde öğretim öncesi

görülen kavram yanlışlığına öğretim sonrasında rastlanılmaması ÇEKÖRM'ün kavramsal değişimin sağlanmasındaki etkililiği ile açıklanabilir.

A ve G okullarındaki öğrencilerin mülakatın 2. sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde kavramsal değişimin en yüksek, orta ve en düşük düzeyde gerçekleşen öğrencilerde kavram yanlışlığı cevaplara rastlanılmıştır. Öğrenciler bir atomun grafiğın 1. mi, 2. mi bölgesinde yer almasını n/p oranına göre karıştırıyor ve bu bölgeleri birbirlerinin yerine kullanıyorlardır. Ayrıca öğrenciler bir atomun kararlılık kuşağında yer alması için n/p oranları ile ilgili bilimsel olarak tutarsız ifadeler vermişlerdir. Öğrencilerde rastlanılan bu kavram yanlışlıklarını değişime karşı dirençli olmaları ile açıklamak olasıdır.

4.2.2.11. Alfa, Beta ve Gama Işınları ve Bu Işınlaraın Özellikleri ile İlgili Öğrenci Görüşleri

ÇEKBAT'ın 3i. ve 3ii. soruları ile mülakatın beşinci sorusu “alfa, beta ve gama” ışınları ve özellikleri ile ilgilidir. Bu bölümde öğrencilerin her bir veri toplama aracındaki sorulara verdikleri cevaplar dikkate alınarak, onların genel olarak alfa, beta gama ışınları ve özellikleri ile ilgili sahip oldukları yanlışlıklar ve öğretim sonrasında fikirlerinde gerçekleşen kavramsal değişim yorumlanmıştır.

A ve G okullarındaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 3i. ve 3ii. sorularına TA kategorisinde verdikleri cevaplar incelendiğinde öğretim sonrasında ilgili sorularda bir artma gözlenmiştir (Tablo 35-36, syf, 141). A okulundaki öğrencilerde 3i. soruda öğretim öncesi ve öğretim sonrası kavram yanlışlığı cevaba rastlanılmamıştır. Ancak 3ii. soruda öğretim öncesi ve öğretim sonrası kavram yanlışlığı cevaplara rastlanılmıştır. A okulundaki Ö3'ün öğretim öncesi sahip olduğu kavram yanlışlığı; “Beta ışınları alfa ışınlardan girgindir, alfa ışınları kâğıttan bile geçemez, beta ışınları gama ışınlardan girgindir, gama ışınları 3 mm alüminyumdan geçemez.” şeklindedir. A okulundaki öğrencilerin öğretim sonrası sahip oldukları kavram yanlışlıkları; “Gama en girgin olanıdır, gama ışınları betondan geçemezler, en az girgin olanı betadır.” ve “Giriciliği en fazla olan gamadır, beta kâğıttan geçemez, alfa 3 mm alüminyumdan geçemez.” şeklindedir. G okulundaki öğrencilerde ise her iki soruda da öğretim öncesi ve öğretim sonrası kavram yanlışlığı cevaplara rastlanılmamıştır. Öğrencilerin bu soruları genellikle analogi 1'den yola çıkarak cevapladıkları görülmektedir. Bu durumda uygulanan analoginin ve analogi haritasının etkili olması ile açıklanabilir. Analogide her zaman analog ve hedef birbirine birebir

örtüşmeyebilir. Bu nedenle öğrencilere analogilerin kırıldığı noktaların gösterilmesi gereklidir (Coll, 2005; Glynn, 2007). Yanlış anlaşılan bir analoginin öğrencilerde kavram yanlışlığına neden olduğu belirtilmektedir (Glynn, 1995). Analogilerin bilimsel kavramların anlaşılmasına yardımcı olduğu birçok çalışmada belirtilmektedir (Treaquist vd., 1996; Duit vd., 2001; Glynn, 2007).

Mülakatın beşinci sorusunda kavramsal değişimin en yüksek olduğu öğrenciler bilimsel bilgiler ile tutarlı cevaplar verirken kavramsal değişimin orta ve en düşük düzeyde gerçekleştiği öğrencilerde kavram yanlışlığı cevaplarına rastlanılmıştır. Öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlığı; “Giriciliği en fazla olan betadır ve en az girgin olan gamadır.”, “İyonlaştırma özelliği en fazla olan gamadır, giriciliği en az olan gamadır, gama ışınları kâğıttan bile geçemez.”, “Beta ışınları kâğıttan geçemez ve dolayısıyla iyonlaştırması en fazla olan betadır.” ve “Alfa ışınları en girgin olanıdır, gama ışınlarının da iyonlaştırma özelliği en fazladır.” şeklindedir.

ÇEKÖRM’ün uygulamaları sırasında alfa, beta ve gama ışınları ve bu ışınların özellikleri ile ilgili derste analogi ve animasyon kullanılmıştır. Öğrenciler ile yapılan mülakatlarda Galip, Alp ve Betül analogisinin öğrenciler tarafından beğenildiği belirlenmiştir. Öğrencilerin bu analoginin ilgilerini çektiğini söylemelerine rağmen kavramların ezbere dayalı olduğunu vurgulamaları dikkat çekicidir. Öğretim sonrasında analogide geçen kavramlar ile ilgili öğrencilerde kavram yanlışlığına rastlanması literatürde ifade edilen öğrencilerin bazen analogide istenilen sonucu çıkaramadıkları ve kavram yanlışlığına düştükleri (Webb, 1985) bulgusu ile açıklanabilir. Ayrıca uzun yıllar öğretmenleri bilgi kaynağı olarak gören ve bu sürece alışık olan öğrenciler de uygulama süreçlerini sıkıcı bulabilirler. Yapılandırmacı öğrenme kuramının gerekliliği gibi sürekli öğrencinin aktif olduğu, araştırma ve motivasyonun yüksek olduğu öğrenme ortamları öğrencileri yorabilir. Bu durum bir süre sonra öğrencilerin öğrenmelerine karşı direnç göstermelerine neden olabilir (Özsevgeç, 2007). Öğretim sonrası oluşan kavram yanlışlığının literatürde yer alan bu bulgu ile paralellik gösterdiği söylenilebilir.

4.2.2.12. Çekirdek Dönüşümü ile İlgili Öğrenci Görüşleri

ÇEKBAT’ın 10. sorusu ile mülakatın altıncı sorusu “çekirdek dönüşümü” ile ilgilidir. Bu bölümde öğrencilerin her bir veri toplama aracındaki sorulara verdikleri

cevaplar dikkate alınarak, onların genel olarak çekirdek dönüşümü ile ilgili sahip oldukları fikirler ve öğretim sonrasında fikirlerindeki değişim yorumlanmıştır.

A ve G okullarındaki öğrencilerin ÇEKBAT'ın 10. sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde, her iki okulda TA kategorisinde cevap veren öğrenci yüzdelerinde bir artma gözlenmiştir (Tablo 43-44, syf, 153). A okulundaki öğrencilerde hem ön hem son testte kavram yanlışlı cevaba rastlanılmamıştır. A okulundaki öğrencilerde son test lehine TA ve KA kategorilerindeki cevap yüzdelerinde bir artış Anlamama kategorisinde ise bir azalış gerçekleşmiştir. Bu soruda A okulundaki öğrencilerde olduğu gibi G okulundaki öğrencilerde de hem ön hem son testte kavram yanlışlı cevaba rastlanılmamıştır. G okulundaki öğrencilerde de son test lehine TA ve KA kategorilerindeki cevap yüzdelerinde bir artış Anlamama kategorisinde ise bir azalış gerçekleşmiştir.

Mülakatın altıncı soruna öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde kavramsal değişimin yüksek, orta ve en düşük düzeyde gerçekleştiği öğrencilerin bilimsel bilgiler ile tutarlı cevaplar verdiği görülmektedir. Ancak bazı öğrenciler yapay olarak elde edilebileceğini söylemelerine rağmen bu duruma örnek vermemişlerdir. Bu bulgular ÇEKÖRM'de yer alan rehber materyallerin ve etkinliklerin öğrenci anlamalarını geliştirmesi ile yorumlanabilir.

4.3. Öğretim Süreci ve ÇEKÖRM ile İlgili Öğrenci Görüşlerine Yönelik Yapılan Tartışma

Bu bölüm “Geliştirilen materyalin ve uygulama sürecinin etkililiği ile ilgili öğrencilerin görüşleri nelerdir” şeklinde tanımlanan araştırmanın dördüncü alt problemine dayalı olarak öğrenciler ile yapılan mülakatlara yönelik tartışmalar sunulmuştur.

Öğrenciler ile yapılan mülakatlarda; öğretim sürecinin öğrencilerin ilgisini çektiği, onlarda merak ve ilgiyi artırdığı, öğrencilerin birbirleri ve öğretmenleri ile iletişimini ve onların sözel iletişim becerilerini geliştirdiği, öğrencilerin sınıf ortamında fikirlerini rahatça söylemelerinin kendilerine olan güvenlerini artırdığı ortaya çıkmıştır. Bu durum Ö1 (syf, 184), Ö28 (syf, 186) ve Ö35 (syf, 187)'in ilgili açıklamalarından anlaşılmaktadır. Öğrencilerin öğretim sürecine aktif olarak katılmaları, sorulan soruları ya da verilen problemleri sınıf tartışması yaparak çözmeleri onların sözel iletişim becerilerini geliştirdiği, kendi fikirlerini gerekçeleri ile ortaya koyma fırsatı sunduğu, düşünmeye sevk ettiği ve diğer öğrencileri dinleme becerisi kazandıkları şeklinde yorumlanabilir.

Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımında küçük grup ya da sınıf tartışmalarının öğrencilerin kavramlara ulaşmada yararlı olduğu bilinmektedir (Hand vd., 1997). ÇEKÖRM'ün uygulanması sırasında sınıf tartışmalarına ve grup tartışmalarına yer verilmesi öğrencilerin özgüven kazanmalarına ve iletişim becerilerini artırmalarına katkı sağladığı şeklinde yorumlanabilir. Benzer bulgular literatürde ifade edilmektedir (Millar ve Driver, 1987; Hand vd., 1997; Özsevgeç, 2007). Karşılıklı iletişim ve etkileşimler kavramları yapılandırmada etkin rol oynayabilir.

Ö10 (syf, 186) ve Ö33(syf, 186)'ün açıklamalarından öğrencilerin bilgisayar ile ders işleme fikrini sevdikleri ve derse karşı ilgilerinin arttığı söylenebilir. Bilgisayar destekli öğretim materyallerinin öğrencilerin öğrenmeye karşı motivasyonlarını ve ilgilerini artırdığı literatürde birçok çalışmada ifade edilmektedir (Geban vd., 1992; Saka ve Akdeniz, 2006; Ünal, 2007). Bilgisayar destekli öğretim materyallerinin ve animasyonların öğrencilerin gözlemlenmesi zor veya mümkün olmayan olayları doğrudan gözlemlemeye imkan tanınması ve bilgisayar destekli öğretim materyalleri sayesinde bilgilerin hem sözel hem de görsel olarak zihinde kodlanması anlamlı ve kalıcı öğrenmenin gerçekleştirilmesi ile açıklanmaktadır (İşman, 2001; Akçay vd., 2003). Öğrencilerin sanal deney ve küp etkinliklerini ilgi çekici bulması ve bu kavramlar ile ilgili anlamaların yüksek olması literatürdeki bu bulgu ile paralellik göstermektedir.

Öğrenciler ile yapılan mülakatlarda, Ö2 (syf, 187), Ö19 (syf, 187) ve Ö21(syf, 188)'in açıklamalarından ÇEKÖRM'ün uygulamaları sırasında dersleri görselliğin olması, ünitenin günlük hayatla ilgili olması nedeniyle sıkıcı bulmadıklarını, absorblanmış doz, biyolojik eşdeğer doz gibi kavramlarının olduğu dersleri sıkıcı bulduklarını belirtmişlerdir. Öğrencilerin ilgili açıklamaları aşağıdaki gibidir. Öğrenci ifadelerinden kavramların ezberlenmesi gereken bir konu olduğunu düşündükleri ve bu yüzden kavramlar ile ilgili derslerde sıkıldıkları anlaşılmaktadır. Bu bulgu kavramsal incelemelerde öğrencilerin aktiflik, absorblanmış doz ve biyolojik eşdeğer doz ile ilgili öğretim sonrasında karşılaşılan kavram yanlışları ile örtüşmektedir. Çünkü öğrencilerin ilgilerini çekmeyen konular, ilgili konudaki kavramsal yapılardaki değişimlere ya da kavram yanlışlarını giderilmeye yardımcı olmayı engelleyebilir.

Öğrenciler yapılan mülakatlarda Çekirdek Kimyası ünitesini kimyanın diğer ünitelerine göre; çevre, insan sağlığı ve günlük hayattaki olaylar ile ilgili ve daha çok sözel ifadelerin yer aldığı bir ünite olarak belirtmişlerdir. Bu durum Ö1 (syf, 184)'in ilgili açıklamasından anlaşılmaktadır. Gerçek yaşamla ilişkili olayların kullanılmasının

öğrencilerin merak duygularını artırarak derse olan motivasyonlarını ve ilgilerine katkı yaptığı söylenebilir. Ayrıca kendi günlük deneyimlerinde üniteye geçen kavramlar ile düşünceleri, yorum yapabilmeleri ve çevreye karşı ilgilerinin arttığı da söylenebilir. Literatürde öğrencilerin yakın çevresinden örneklerin kullanıldığı fen derslerinde öğrencilerin kavramları daha kolay öğrendikleri ifade edilmektedir (Gabel, 2003; Koray vd., 2007, Kurt, 2010).

Ö2 (syf, 185)'nin açıklamalarından ÇEKÖRM'de yer alan materyallerin ve uygulama sürecinin dersi eğlenceli hale getirdiği ve öğrencilerin motivasyonunu artırdığı söylenebilir. Uygulama sürecinde analogi, çalışma yaprakları, kavramsal değişim metinleri, Radyoaktivite Kare Bulmaca, yapılandırmacı grid gibi materyallere ve bu materyallere dayalı etkinliklere yer verilmesinin bu süreçte etkili olduğu söylenebilir. Literatürde farklı öğretim yöntem, teknik ve materyallere yer verildiğinde öğrencilerin motivasyonuna olumlu katkı sağlandığı ifade edilmektedir (Şahin, 2010).

Ö2 (syf, 190), Ö21 (syf, 191) ve Ö26 (syf, 191)'nin açıklamalarından öğrencilerin bu üniteyi sadece bir ders olarak düşünmediklerini, yaşadıkları çevrede uygulamalarının bulunduğunu, ünite ile ilgili bilmedikleri ya da yanlış bildikleri olayların ya da kavramların doğrularını öğrendiklerini, çevreye karşı daha bilinçli bir hale geldiklerini, çevrelerinde üniteyle ilgili geçen konuşmalarda kendilerinin de artık yorum yapabildiklerini ve bu durumun onları mutlu ettiği anlaşılmaktadır. Ayrıca öğretim sürecinin öğrencilerin özgüvenlerini ve iletişimlerini artırdığı Ö1 (syf, 185)'in açıklamalarından anlaşılmaktadır.

Öğrenciler ile yapılan mülakatlara genel olarak bakıldığında ÇEKÖRM'de yer alan etkinlikleri ve uygulama sürecini öğrencilerin genel olarak beğendikleri, ilgilerini çektiği, motivasyonlarının arttığı, eğlenceli buldukları görülmektedir. Uygulamaların dersleri geleneksel yöntemin monotonluğundan çıkardığı öğrenci açıklamalarından söylenebilir.

Çalışma kapsamında araştırmacı öğretmen rolü üstlenmiş ve uygulamaları kendisi gerçekleştirmiştir. Uygulamalar sırasında öğrencilerin materyallere, etkinliklere ve bilgisayara karşı ilgilerinin yüksek olduğu söylenebilir. Bu yorum her dersten önce öğrencilerin kendi aralarında “Acaba şimdi değişik ne yapacağız?” şeklindeki açıklamalarına dayalı olarak yapılmıştır. Öğrencilerin farklı öğretim yöntem ve tekniklere alışık olmadıkları, uygulamaları farklı buldukları da söylenebilir. Bu yorum öğrencilerin uygulamalar sırasında “Hocam, konuyu siz niye direkt anlatmıyorsunuz, hep bize soruyorsunuz, öğretmenimiz gibi bilmemiz gerekenleri anlatsanız olmaz mı?” şeklindeki açıklamalarına dayalı olarak yapılmıştır. Araştırmacı tarafından yapılan uygulamalar genel

olarak değerlendirildiğinde, uygulama sürecinin öğrencilerin üniteye karşı ilgilerine, soyut olan kavramların somutlaştırılmalarına ve farklı bir bakış açısı kazanmalarına olumlu yönde katkı sağladığı söylenebilir.

“ÇEKÖRM’ün uygulamaları sırasında oluşturulan öğrenme ortamı yapılandırmacı yaklaşımı yansıtmakta mıdır?” şimdi bu soruya cevap bulmaya çalışalım.

ÇEKÖRM’de çekirdeğin yapısı ve kararlılık, nükleer reaktörler ile ilgili derslerde konu ile ilgili açık uçlu sorular ile derse başlanması, radyoaktif bozunma ve yarı ömür ile ilgili derse çalışma yapraklarının ilk bölümünde soru ile başlanması, radyoaktif bozunma türleri ile ilgili derse bilgi haritası ve animasyon ile başlanması, doğal, yapay radyoaktiflik ve füzyon, fisyon ile ilgili derse kavramsal değişim metinlerindeki öğrenci ön bilgilerini yoklayıcı sorular ile başlanması, nükleer enerji ve aktiflik ile ilgili derslere konu ile ilgili resimler ile başlanması, yarı ömür ile ilgili derse çalışma yaprağının ilk bölümündeki sorular ile başlanması, radyoaktif maddelerin kullanım alanları ile ilgili derse animasyon ile başlanması öğrenci ön bilgilerini ölçmeye yöneliktir. Bir derse başlamadan önce yapılandırmacı öğretmen, öğrencilerin sahip oldukları ön bilgileri belirlemelidir. Yapılandırmacı yaklaşımı benimseyen öğretmenler, öğrencilerin ön bilgilerini yazılı sınavlar, sınıf veya grup tartışmaları, ders içi sorular ile belirleyebilir (Akpınar ve Ergin, 2005). Öğrencilere açık uçlu sorular sorarak onların düşüncelerini derinleştirilebilir. Neyi nasıl düşüneceklerini söylemez. Burada öğretmen kutup yıldızı gibi görev yaparak onların yollarını bulmalarına yardımcı olur (Brooks ve Brooks, 1993). Bu durumun ÇEKÖRM’ün uygulamaları sırasında öğrenci ön bilgilerinin belirlenerek derslere başlanması ile paralellik gösterdiği söylenebilir. Yapılandırmacı öğretmen öğrencilerin hem kendileri ile hem de diğer öğrenciler ile diyalog içinde olmalarını destekler, teşvik eder, dersleri çoğu zaman grup veya işbirlikçi öğrenme şeklinde sürdürür (Rainer vd., 2000; Akpınar ve Ergin, 2005; Ersoy, 2005). Bu durum ÇEKÖRM’ün uygulamaları sırasında grup tartışması ve sınıf tartışmalarının kullanılması ile ilişkilendirilebilir. Yapılandırmacı öğretmenin, öğrencileri eğitim programına dayalı etkinliklere yönlendirmesi ve öğrencilerin ne bildikleri konusuna önem vermeleri gerekir (Rainer vd., 2000). Bu durumun ÇEKÖRM’ün Ortaöğretim 11. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı’ndaki kavram ve kazanımları içermesi öğrencilerin eğitim programları ile bağlantılı öğrenmelerini sağlamaya çalışılması ve ön bilgilerinin yoklanması yapılandırmacı öğretmen rollerine uygun olması ile ilişkilendirilebilir. Yapılandırmacı öğretmen öğrencilerini süreç içerisinde ve çoklu değerlendirme yöntemlerini kullanarak değerlendirir (Akpınar ve Ergin, 2005).

Yapılandırmacı kuramı benimsemiş fen bilgisi öğretmeni, öğrencileri test ya da kısa cevaplı açık uçlu yazılı sınavların yanında, kişisel gelişim dosyaları, tutum ölçekleri, kişisel görüşmeler, raporlar, projeler, kavram haritaları, bulmacalar ve gözlemlerden bir ya da birkaçını bir arada kullanarak öğrencileri değerlendirmelidir (Bağcı Kılıç, 2001). Bu durumun ÇEKÖRM'ün uygulamaları sırasında Çekirdek Kimyası Ünitesi Tutum Ölçeği (ÇEKTA) ve Radyoaktivite Kare Bulmaca'nın uygulanması, radyoaktif maddelerin kullanım alanlarına yönelik öğrenci sunumlarına imkân tanınması, öğrenciler ile kişisel görüşmeler yani mülakatların gerçekleştirilmesi de yapılandırmacı öğretmen rollerine uygun olması ile ilişkilendirilebilir.

ÇEKÖRM bilgisayar destekli olarak geliştirilmiştir. Bilgisayar destekli olan ÇEKÖRM'de görsel öğeler ve animasyonlar yer almaktadır. Ayrıca ÇEKÖRM analoji, kavramsal değişim metni, çalışma yaprakları, video, hikâye gibi farklı materyalleri ile de zenginleştirilmiştir. Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımını benimseyen bir öğretmen etkileşimli öğretim materyallerini ve ilk elden kaynakları kullanır. Öğretmenin tek bir ders kitabına bağlı olması öğrenme ve öğretimin otoriter olmasına neden olmaktadır. Eğer öğretmen ek kaynaklara başvurmaksızın tek kaynak olarak ders kitabını kullanırsa, öğrenciler fen konularını ezberlenmesi gereken bilgiler olarak düşüneceklerdir (Akpınar ve Ergin, 2005). Yapılandırmacı öğretmenler çeşitli öğretim materyalleri kullanmalıdır. Öğretim araçları ile desteklenen bir öğretimde, dersler ilgi çekici, sürükleyici, verimli ve ekonomiktir. Öğrenmenin kalıcı izli olması açısından öğretim etkinlikleri ne kadar çok duyu organına hitap ederse, öğrenme de o kadar kalıcı izli olmakta ve unutmada o kadar geç olmaktadır (Korkmaz, 1997). Bu durumun ÇEKÖRM'ün bilgisayar destekli olması ve farklı materyaller ile zenginleştirilmiş ortama sahip olması ile paralellik gösterdiği söylenebilir.

ÇEKÖRM'ün uygulamaları sırasında öğretim sürecinde tartışma, soru-cevap, grup çalışması, öğrenci sunumları gibi çağdaş öğretim tekniklerinden yararlanılmıştır. Yapılandırmacı yaklaşımın kullanılabilmesi için öncelikle yapılandırmacı sınıf ortamlarının oluşturulması gerekmektedir. Yapılandırmacı sınıf ortamında öğrencilerin, grup çalışması yapmaları, proje hazırlayıp sunmaları, çağdaş öğretim yöntem ve tekniklerinden yararlanılmaları ön görülmektedir (Güneş ve Asan, 2005). Bu durumun ÇEKÖRM'ün uygulamaları sırasında kullanılan çağdaş öğretim teknikleri ile paralellik gösterdiği söylenebilir.

Yapılandırmacı öğrenme ortamlarında öğrenmenin gerçekleşmesi için beş özelliğin sağlanması gerekmektedir (Driscoll, 1994). Bu özelliklerden ilki; öğrenciler günlük hayatla ilgili problem durumları ile karşı karşıya bırakılarak bunları çözmeyi öğrenmelidirler. Bu durumun ÇEKÖRM’ün “Çekirdek Kimyası” gibi günlük hayatla ilişkili kavramları ve olayları içermesi ile uyumlu olduğu söylenebilir. Bu özelliklerden ikincisi; sosyal etkileşimin oluşması sağlanmalıdır. Bu sayede öğrenciler birbirlerinin fikirlerini paylaşarak akran öğrenmesini gerçekleştirecekler ve bu şekilde her bir öğrenci birçok farklı açıdan olaya bakış şeklini görecekları için daha iyi anlama ve öğrenme sağlanacaktır. Bu durumun ÇEKÖRM’ün uygulanması sırasında sınıf tartışması ve grup tartışmalarının yer alması ile ilişkili olduğu söylenebilir. Bu özelliklerden üçüncüsü; içerik belli bir düzene göre sıralanarak, farklı ve çeşitli sunumlara olanak sağlayacak şekilde olmalıdır. Bu şekilde öğrenciler içeriği farklı yöntem ve tekniklerle araç-gereçlerle işleyecekleri sonuçlarını değerlendirecekleri için kısmen anlamının önüne geçilerek tam bir anlama sağlanmış olacaktır. Bu durum ÇEKÖRM’de içeriğin belli bir düzene göre sıralanması, farklı öğretim tekniklerinin kullanılması ile ilişkilendirilebilir. Bu özelliklerden dördüncüsü; öğrenciler kendi öğrenme ve anlamalarının farkında olmalıdırlar. Bu özelliklerden sonuncusu ise öğrenci merkezli öğrenme oluşturulmalıdır. Bu durum ÇEKÖRM’deki etkinliklerin öğrenci merkezli olması ile ilişkilendirilebilir.

Yapılandırmacı yaklaşım öğrenciyi kendi öğrenmesinden sorumlu tutar. Öğrenciler grup veya bireysel çalışmalar ile öğrenmeyi gerçekleştirirler. Öğrenciler bilgiyi sadece sınıfta, kitaplarda veya okulda değil aynı zamanda teknolojik gelişmeleri de takip ederek birinci elden ulaşırlar. Ulaştıkları bilgileri arkadaşları ile paylaşarak akran öğrenmesini gerçekleştirirler (İşman vd., 2002). ÇEKÖRM’ün uygulamaları sırasında grup ve sınıf tartışmalarının gerçekleştirilmesi, öğrencilerin radyoaktif maddelerin kullanım alanları ile ilgili son derste sunumlarına yer verilmesi yapılandırmacı kuramın öğrenciye yüklediği misyon ile ilişkilendirilebilir.

Yukarıdaki paragraflar göz önünde bulundurulduğunda; ÇEKÖRM’ün uygulanması sırasında öğrenme ortamının yapılandırmacı yaklaşımı yansıttığı, uygulayıcının yapılandırmacı öğretmen rollerini üstlendiği ve yapılandırmacı kuramın öğrenciye yüklediği misyon ile öğrencilerin uyum sağlaması, “ÇEKÖRM’ün uygulamaları sırasında oluşturulan öğrenme ortamı yapılandırmacı yaklaşımı yansıtmakta mıdır?” sorusuna uygulamaların yapılandırmacılığa uygun olarak gerçekleştiği şeklinde cevap verilebilir.

Bu bölümde araştırma kapsamında geliştirilen ÇEKÖRM'ün öğrenciler üzerindeki tutum, kavramsal anlama ve başarı boyutuna etkisi yorumlanmış ve öğrencilerin uygulama süreci ve ÇEKÖRM ile ilgili görüşleri tartışılmıştır. Araştırmanın bundan sonraki bölümünde, bu bölümde yapılan tartışma ile ulaşılan sonuçlar yer almaktadır.

5. SONUÇLAR

Bu araştırmanın temel amacı, 11. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı'nda yer alan “Çekirdek Kimyası” ünitesinin öğretimine yönelik yapılandırmacı öğrenme kuramının dört aşamalı modeline dayalı bilgisayar destekli rehber materyali geliştirmek ve bu materyalin öğrencilerdeki değişimini tutum, kavramsal ve başarı boyutlarında irdelemektir. Bu bölümde araştırmanın alt problemlerine paralel olarak elde edilen sonuçlar sunulmuştur. Araştırmanın sonuçları üç başlık altında sunulmuştur. Öncelikle ÇEKÖRM'ün tutuma etkisine yönelik sonuçlar, ikinci olarak ÇEKÖRM'ün kavramsal anlama ve başarı üzerine etkisine yönelik sonuçlar, son olarak da öğretim sürecinin ve ÇEKÖRM'ün etkililiği ile ilgili sonuçlara yer verilmiştir.

5.1. ÇEKÖRM'ün Tutuma Etkisine Yönelik Sonuçlar

Bu bölümde araştırmada “Geliştirilen materyalin öğrencilerin Çekirdek Kimyası ünitesine yönelik tutumlarına etkisi nasıldır?” şeklinde ifade edilen araştırmanın birinci alt problemi ile ilgili sonuçlar sunulmuştur.

A ve G okullarındaki öğrencilerin uygulama öncesinde ve sonrasında belirlenen Çekirdek Kimyası ünitesine yönelik ilk ve son tutum ortalamalarına bakıldığında, her iki okulda da üniteye karşı tutumlarda bir artma olduğu ve bu artmanın da istatistiksel olarak anlamlılık ifade ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu durumun ÇEKÖRM'de yer alan etkinliklerle öğrencilerin, üniteye geçen kavram ya da olayların birçok olumlu durumun kaynağı olduğunu fark etmelerine ve okulda öğrenilen kimyayı yaşadıkları çevre ile ilişkilendirebilmelerine yardımcı olmasının, bilgisayarın fen/kimya eğitiminde kullanımının öğrencilerin fene/kimyaya karşı tutumlarında olumlu değişimlere yol açmasının bir sonucu olduğu söylenilebilir. ÇEKÖRM öğrencilerin üniteye karşı ilgi ve motivasyonlarını artırmak amacıyla bazı özellikler içermektedir. ÇEKÖRM'de yer alan bu özelliklerin öğrencilerin üniteye karşı tutumlarını olumlu etkilediği düşünülmektedir. Bunlar:

1. Bilgilerin günlük yaşamla ilişkilendirilmesi,
2. ÇEKÖRM'ün farklı öğretim teknik ve materyalleri içermesi,

3. Animasyonların, videonun, çalışma yaprağı kapsamında kullanılan sanal deney ve küp etkinliğinin öğrencilerde ilgi ve merakı artırması,
4. ÇEKÖRM’de yer alan etkinlikler ile öğrencilerin öğrenme sürecine aktif katılımlarının sağlanması.

Tutum ortalama puanlarına bakıldığında A okulunda 2, G okulunda 7 öğrencinin ön test ortalama tutum puanlarına göre son test ortalama tutum puanlarının azaldığı sonucuna varılmıştır. Bu durumun nedeni; başlangıçta bilgisayar ile ders işleme fikrinin öğrencilere farklı bir uygulama gibi gözükmesi ancak bir süre sonra monoton bir hal alması ve öğrencilerin uygulamalardan sıkılmış olmaları gösterilmektedir. Ayrıca tutumu azalan öğrencilerin G okulunda fazla olmasını G okulundaki uygulama grubunun daha kalabalık olması ile ilişkilendirilmiştir.

5.2. ÇEKÖRM’ün Kavramsal Anlama ve Başarı Üzerine Etkisine Yönelik Sonuçlar

Bu bölümde araştırmada “Geliştirilen materyalin öğrencilerin Çekirdek Kimyası ünitesindeki kavramsal anlamalarına etkisi nasıldır?” ve “Geliştirilen materyalin öğrencilerin Çekirdek Kimyası ünitesindeki başarılarına etkisi nasıldır” şeklinde ifade edilen araştırmanın ikinci ve üçüncü alt problemi ile ilgili sonuçlar sunulmuştur.

1. A ve G okullarında Çekirdek Kimyası ünitesine yönelik yapılan öğretim etkinlikleri sonucunda, kavramsal anlamamanın son test lehine anlamlılık ifade ettiği istatistiksel olarak belirlenmiştir. Bu durumda Çekirdek Kimyası ünitesine yönelik öğretim etkinlikleri ile öğrencilerin ilgili üniteye kavramları ya da olayları anlamaları yönünden öğretim öncesine göre bir ilerleme sağlandığı sonucuna varılmıştır. ÇEKÖRM’de yer alan etkinliklerin yapılandırmacı kurama göre geliştirilmesi, analogi, görsel öğeler, animasyon, çalışma yaprakları, kavramsal değişim metinleri, video, hikâye gibi farklı teknik ve materyallere yer verildiği düşünüldüğünde kavramsal anlama düzeylerinde gerçekleşen değişimin ÇEKÖRM’de yer alan etkinliklerin bir sonucu olduğu düşünülmektedir.
2. A ve G okullarında Çekirdek Kimyası ünitesine yönelik yapılan öğretim etkinlikleri sonucunda, başarının son test lehine anlamlılık ifade ettiği istatistiksel olarak belirlenmiştir. Bu durumun öğretim sürecinin sonunda öğrencilerin Çekirdek Kimyası ünitesinde yer alan kavramlardaki başarılarının arttığını

göstermekte olup geliştirilen farklı materyaller ile öğretim sonrasında oluşturulan öğrenmenin bir sonucu olduğu düşünülmektedir. ÇEKÖRM’de bulunan animasyonların, videonun, sanal deneyin, küp etkinliğinin ve diğer görsel öğelerin öğrencilerin derse karşı ilgi ve motivasyonunu artırarak öğrenci başarısını olumlu etkilemesinin bir sonucu olduğu da söylenilebilir. Ayrıca ÇEKÖRM’de yer alan etkinlikler ile öğrencilerin öğretim sürecine aktif olarak katılmaları ve grup çalışması yapmaya istekli olmaları başarılarını olumlu etkilediği de düşünülmektedir. Radyoaktivite Kare Bulmaca, yapılandırmacı grid, öğrenci sunumları gibi alternatif ölçme ve değerlendirme araçlarının kullanılmasının öğrenci başarısını olumlu yönde etkilediği de söylenebilir.

3. Öğrencilerin proton, nötron ve elektronun yükleri ve atomun çekirdeğinde mi yoksa orbitalinde mi bulunması ile ilgili anlamalarının yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonuç öğrencilerin ilköğretimden ortaöğretime kadar farklı seviyelerde bu kavramlar ile karşılaşmaları ile açıklanabilir.
4. Uygulama öncesi G okulundaki öğrencilerin “Elektron içyapılarından ve çekirdeğin içinde yer almasından dolayı temel parçacıktır.” ve “Hem proton hem elektron atomun temel parçacığdır, her ikisi de atomun yapısında bulunur” şeklinde kavram yanlışlarına sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Uygulama sonrası da G okulundaki öğrencilerde benzer yanlışlara rastlanılmıştır. Bu sonuç bu yanlışların değişime karşı dirençli olması ile açıklanabilir.
5. Uygulama sonrası A okulundaki az sayıdaki öğrencinin atom ve atom altı tanecikler ile ilgili kavram yanlışlarına sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonuç az sayıdaki bu öğrencilerin, her ne kadar ilköğretimden ortaöğretime kadar atom ile ilgili temel bilgileri öğrenseler de yörünge ve orbital kavramlarını karıştırması ve kabuk kavramını kullanmamaları ile açıklanabilir. Literatürde de benzer bulgulara rastlanılmıştır (Bak ve Ayas, 2008).
6. Mülakatlarda kavramsal anlamının en düşük düzeyde gerçekleştiği öğrencilerde “proton” ve “pozitron” ile “elektron” ve “elektrot” kavramlarını birbirlerinin yerine kullandıkları ve bu kavramları karıştırdıkları sonucuna varılmıştır. Bu sonuç öğrencilerin bu kavramları ezberleme yoluna gitmeleri ile açıklanabilir. Ayrıca mülakatlarda Ö19’un “çekirdek” kavramını biyoloji dersindeki “sitoplazma” kavramı ile karıştırdığı sonucuna varılmıştır. Bu durum okullarda okutulan disiplinlerdeki periyodik ünite veya derslerin (kimya, fizik, biyoloji

gibi) birlikte düşünülerek düzenlenmesi gerektiği sonucunu ortaya koymuştur. Ayrıca bu sonuç öğretmenin sınıfta kullandığı herhangi bir analogiden de kaynaklanabilir. Öğrenci bu analogiyi muhtemelen yanlış anlamış ve yanlış yapılandırmıştır. Öğrencilerin analogiyi tam olarak anlayamadıklarında başarısız olacakları bilinmektedir (Pitmann, 1999).

7. Atom altı tanecikler ve nükleer reaktörler ile ilgili derslerde açıklayıcı metinlerinin ve animasyonlarının beraber kullanılmasının özellikle soyut kavramların öğretilmesinde etkili olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.
8. Öğrencilerin öğretim sonrası yarı ömür kavramı ile ilgili yüksek anlamalara sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonuç ÇEKÖRM’de yarı ömür kavramının öğretimi sırasında çalışma yaprağı kapsamında kullanılan sanal deney ve animasyonların etkililiği ile açıklanabilir. Literatürde kimya eğitiminde birçok araştırmada animasyonların kavram yanlışlarının azaltılmasında ve kavram öğreniminin kolaylaştırılmasında etkili olduğu belirtilmektedir (Sanger ve Greenbowe, 1997; Burke vd., 1998; Yang vd., 2003; Doymuş vd., 2010). Ayrıca öğrencilerde yarı ömür kavramı ile ilgili olumlu yönde kavramsal değişim sağlanması, onların öğrenme ortamını ilginç bulmaları ve öğrenme ortamı hakkında meraklanmaları ile de açıklanabilir.
9. “Doğal ve yapay radyoaktif kaynaklar” ve “füzyon”, “filyon” kavramlarının öğretiminde kavramsal değişim metinleri BDÖ ile beraber kullanılarak tartışma ve soru-cevap teknikleri ile dersler işlenmiştir. Bu kavramlar ile ilgili uygulama öncesi sahip olunan kavram yanlışlarına uygulama sonrası rastlanılmamıştır. Bu durum kavramsal değişim metinlerinin BDÖ ile birlikte kullanımının öğrenci kavramalarını artırdığı ve mevcut yanlışlarının giderilmesinde yardımcı olduğu sonucunu doğurmaktadır. Bu sonuç literatürdeki birçok çalışma ile paralellik göstermektedir (Doğruöz, 1998; Yürük, 2001; Toka ve Aşkar, 2002; Akçay vd., 2003; Ünal; 2007; Şahin, 2010). Ayrıca geliştirilen kavramsal değişim metinlerin BDÖ ile birlikte kullanılması ve tartışma ortamı ile desteklenmesi öğrencilerin sahip oldukları yanlışları gidermede yardımcı olduğu sonucuna varılmıştır.
10. A okulundaki öğrencilerde uygulama öncesinde “Doğal ve yapay radyoaktif kaynaklar” ile ilgili sahip olunan kavram yanlışına uygulama sonrası rastlanılmamıştır. Bu durum ÇEKÖRM’ün kavramsal değişime olumlu yönde katkı sağlaması ile açıklanabilir. “Füzyon ve filyon” ile ilgili G okulundaki az

sayıdaki öğrencinin hem ön testte hem de son testte kavram yanlışlığı cevaba sahip oldukları sonucuna varılmıştır. Bu sonuç bu öğrencilerin “füzyon” ve “fısyon” kavramlarını karıştırdıkları ve birbirinin yerine kullandıklarını göstermektedir. Öğrencilerin bu yanlışlığa sahip oldukları Başlantı (1999), Dönmez Usta vd., (2009) tarafından yapılan çalışmalarda da ifade edilmiştir.

11. ÇEKÖRM’ün uygulamaları sonrasında öğrencilerin “Radyoaktif bozunma” ile ilgili yüksek anlamalara sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durum çalışma yapıları ve animasyonların beraber kullanılmasının bir sonucu olarak düşünülmektedir. Ayrıca radyoaktif bozunma kavramının öğretiminde “Radyoaktif Bozunma” analogisinin de etkili olduğu düşünülmektedir.
12. A ve G okulundaki öğrencilerin radyasyon ile ilgili genel bilgilere sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Bu durumun öğrencilerin günlük hayatlarında bu işaretler ile hastanelerde röntgen cihazlarının olduğu odaların giriş kapısında, televizyon, internet gibi kitle iletişim araçlarında radyoaktivite, nükleer santral ya da nükleer enerji ile ilgili programlarda sıkça karşılaşmalarının bir sonucu olduğu düşünülmektedir.
13. A ve G okulundaki öğrencilerin radyasyonun canlılar üzerine etkileri ile ilgili popüler ve genel bilgilere sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum öğrencilerin internet, televizyon gibi kitle iletişim araçlarından bilgiye ulaşmalarının bir sonucu olarak düşünülmektedir.
14. A ve G okulundaki öğrencilerin radyoaktif maddelerin kullanım alanları ile ilgili anlamalarının yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu durumu öğrencilere ÇEKÖRM’ün uygulamaları sonrasındaki son derste yaptırılan radyoaktif izotopların kullanım alanları ile ilgili sunumlarının bir sonucu olduğu söylenilebilir.
15. A ve G okulundaki öğrencilerin radyoaktiflikten kaynaklı tehlikelerden korunmak için alınacak tedbirleri genel olarak bildikleri sonucuna varılmıştır. Bu durum yakın tarihimizde Çernobil Nükleer Kazası gibi nükleer patlamalardan korunmak için ne yapılması gerektiği ile ilgili medya vb. iletişim araçlarında fazlaca yayın yapılması ile ilişkilendirilebilir.
16. ÇEKÖRM’ün uygulamaları sonrasında öğrencilerin “nükleer enerji” ile ilgili yüksek anlamaya sahip oldukları ve kavram yanlışlığı cevaplara rastlanılmadığı sonucuna varılmıştır. Bu sonuç ÇEKÖRM’de yer alan nükleer enerji kavramı ile

ilgili enerji kıyaslama tablosu, nükleer enerji olumlu-olumsuz görüş tablolarının kullanıldığı sınıf tartışmaları gibi etkinliklerin etkililiğini ortaya koymaktadır.

17. A ve G okulundaki öğrencilerde aktiflik, absorblanmış doz, biyolojik eşdeğer doz kavramları ve bu kavramların birimleri ile ilgili kavram yanlışlarına sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Bu durumun bireysel özelliklerin/ihtiyaçların materyalin etkisini bastırmasının bir sonucu olduğu düşünülmektedir. Literatürde kavramsal değişim çalışmalarında bu tür olumsuz durumlar ifade edilmektedir (Coştu, 2006; Saka, 2006; Özsevgeç, 2007).
18. A ve G okulundaki öğrencilerin kararlılık kuşağı ile ilgili bazı kavram yanlışlarına öğretim sonrası bile sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Bu durumun öğrencilerde mevcut olan kavram yanlışlarının değişime karşı dirençli olmasının bir sonucu olarak görülmektedir.
19. A ve G okulundaki öğrencilerin alfa, beta, gama ışınlarının giricilikleri ve iyonlaştırma özellikleri ile ilgili kavram yanlışlarına sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum ilgili derslerde kullanılan analogilerin öğrencilerin doğru anlamalar geliştirmelerine yardımcı olamamasının bir sonucu olduğu söylenilebilir. Benzer durum literatürde yer almaktadır (Webb, 1985). Ayrıca bu durumun ÇEKÖRM'ün uygulamaları sırasında sürekli aktif olmaları nedeniyle yorulmaları ve öğrenmeye karşı direnç göstermelerinin bir sonucu olduğu da düşünülmektedir. Literatür verileri benzer durum ile paralellik göstermektedir (Özsevgeç, 2007).
20. Öğretim sonrasında A ve G okulundaki öğrencilerin çekirdek dönüşümü ile ilgili yüksek anlamalara sahip oldukları sonucuna varılmıştır. Bu durumun ÇEKÖRM'de yer alan rehber materyallerin ve etkinliklerin öğrenci anlamalarını geliştirmesinin bir sonucu olduğu söylenilebilir.
21. Çalışmada araştırılan tüm kavramlar ile öğrenci anlamaları genel olarak değerlendirildiğinde, öğrencilerin bazı kavramları karıştırdıkları ve birbirinin yerine kullandıkları ortaya çıkmıştır. Bu durum ÇEKÖRM'de yer alan materyaller ile kavramın öğretime katkı sağlanmış olsa da öğrencilerin çoğu zaman bir kavram kargaşası yaşadıkları ve öğrendikleri kavramları birbirlerine karıştırdıkları ile açıklanabilir.
22. Çalışmada araştırılan tüm kavramlara dair öğrenci anlamaları genel olarak değerlendirildiğinde, uygulanması sonrası A ve G okulundaki öğrencilerde

birtakım kavram yanlışlarının olduğu ortaya çıkmıştır. Bu durumun kavram yanlışlarının değişime karşı dirençli olmasının bir sonucu olduğu düşünülmektedir. Ayrıca bu durum öğrencilerin yapılandırmacı öğrenme ortamına alışkın olmamaları kavram yanlışlarının oluşmasına neden ya da kavramsal değişimin gerçekleşmesine engel olabileceği ile de açıklanabilir.

5.3. Öğretim Süreci ve ÇEKÖRM’ün Etkililiği ile İlgili Sonuçlar

Bu bölümde, araştırmada “Geliştirilen materyalin ve uygulama sürecinin etkililiği ile ilgili örneklemeledeki öğrencilerin görüşleri nelerdir?” şeklinde ifade edilen araştırmanın dördüncü alt problemi ile ilgili sonuçlar sunulmuştur.

1. A ve G okulundaki öğrencilerin ÇEKÖRM’ün uygulamalarını, soyut kavramların somutlaştırılması, içerisinde animasyonların ve sanal deneyin üniteledeki geçen kavramların anlaşılabilirliğini artırması, gerçek yaşam ile ilgili bilgiler sunması, görsel materyalleri içermesi ve derslerin bilgisayar ile işlenmesi açılarından beğendikleri ortaya çıkmıştır.
2. A ve G okulundaki öğrencilerin ÇEKÖRM’ün uygulamaları sırasında, tartışma ortamının oluşturulması, öğrencilere daha fazla söz hakkı verilmesi, onların düşünmeye sevk edilmesi, dersin başında sorulan soruya hemen cevap verilmemesi, cevabı kendilerinin bulmalarına imkân sağlanması gibi durumların derse karşı ilgi ve motivasyonu artırdığını ve bu durumda uygulamaların genelinen ilgi çekici ve zevkli geçtiğini düşündükleri ortaya çıkmıştır.
3. A ve G okulundaki öğrenciler Çekirdek Kimyası ünitesinde geçen kavram ya da olayların bireylerin kendileri, çevreleri ve hayatlarıyla ilgili olduğunu belirtmişlerdir. Daha önceden öğrencilerin bu üniteyi soyut ve sıkıcı bulduklarını sadece alfa, beta ve gama gibi bozunmaların işlemsel boyutundan oluştuğunu düşündükleri, ancak ÇEKÖRM’ün uygulamaları sonrasında ise ünitenin günlük hayatla iç içe olan, hayatın içinde çoğu zaman uygulamalarını görebileceğimiz ve diğer ünitelerden farklı bir ünite olarak gördükleri ortaya çıkmıştır.
4. Öğrencilerin açıklamalarından ve ders ortamından edinilen izlenimlerden, derslerin bilgisayar destekli olarak ve farklı öğretim teknik ve materyaller ile yürütülmesinden memnun oldukları görülmüştür.

5. Yarı ömür kavramını açıklayan sanal deneyin öğrenciler tarafından beğenildiği ve ilgi ile izlendiği gerek sınıf içi gözlemlerden gerekse öğrenci görüşlerinden ortaya çıkmıştır.
6. Radyoaktivite Kare Bulmaca, yapılandırmacı grid gibi alternatif ölçme ve değerlendirme yöntemlerini öğrencilerin eğlenceli buldukları sonucuna varılmıştır.

Bu bölümde araştırma bulgularına dayalı olarak elde edilen sonuçlar yer almaktadır. İlerleyen bölümde bu sonuçlara dayalı olarak bazı öneriler sunulmuştur.

6. ÖNERİLER

Bu bölümde yapılan öneriler, araştırmanın sonuçlarına dayalı olarak yapılan öneriler ve araştırmacının kendi deneyimleri ve diğer araştırmacılara yapılan öneriler şeklinde sunulmuştur.

6.1. Araştırmanın Sonuçlarına Dayalı Olarak Yapılan Öneriler

1. Tutumların öğrenci başarısını etkilediği düşünüldüğünde, günlük hayatla ilişkili ünitelere başlamadan önce öğrenci tutumlarının belirlenmesi önem taşımaktadır. Bu araştırmada Çekirdek Kimyası ünitesine yönelik tutum ölçeği geliştirilmiştir. Farklı kimya ve fen ünitelerine yönelik ünite bazında tutum ölçekleri geliştirilebilir. Bu araştırmada geliştirilen tutum ölçeği daha fazla sayıda bir örnekleme uygulanarak geçerlik güvenirlik çalışması tekrarlanabilir. Aynı zamanda araştırma kapsamında geliştirilen tutum ölçeği de farklı çalışmalarda kullanılabilir. Ayrıca öğrenci tutumlarının ölçülmesi öğretimden hem önce hem sonra yapılırsa ne tür öğretim etkinlikleri onlar için daha olumlu sonuçlar sağlıyor, bu görülmüş olur.
2. Bu araştırmada ÇEKÖRM'ün uygulanması sonrası öğrencilerin üniteye karşı olumlu bir bakış açısına sahip oldukları belirlenmiştir. Bu sonuca dayalı olarak benzer materyallerin diğer kimya ve fen ünitelerine yönelik geliştirilmesi öğrencilerin özelde ünitelere karşı genelde kimya ve fen derslerine yönelik olumlu tutum geliştirmelerine yardımcı olabilir.
3. Bu araştırmada ÇEKÖRM'ün uygulanması sonrası öğrencilerin kavramsal anlamalarının ve başarılarının olumlu yönde değiştiği belirlenmiştir. Bu sonuca dayalı olarak benzer materyallerin kimya ya da fen kavramlarına yönelik geliştirilmesi öğrencilerin kavramsal anlamalarını ve başarılarının olumlu yönde geliştirmede yardımcı olabilir.
4. Bu araştırmada kavramsal değişim metnlerinin ve BDÖ materyalinin birlikte kullanılmasının ve tartışma ortamı ile desteklenmesinin öğrenci kavramalarını artırdığı ve mevcut yanlışları gidermede yardımcı olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca dayalı olarak farklı kimya/fen kavram ya da konularına yönelik kavramsal değişim metnlerinin ve BDÖ'ün birlikte kullanıldığı veya daha da zenginleştirilerek

kullanıldığı materyallerin geliştirilmesi ve ilgili çalışmaların yapılması önerilmektedir.

5. Bu araştırmada çalışma yaprakları ile animasyonların beraber kullanıldığı derslerde geçen kavramlar ile ilgili öğrencilerin yüksek anlamalara sahip oldukları belirlenmiştir. Bu sonuca dayalı olarak benzer kullanımların soyut olan kimya ya da fen ünitelerine yönelik geliştirilmesi olumlu kavramsal değişim sağlaması için kullanılabilir.
6. ÇEKÖRM'ün uygulamaları sırasında enerji kıyaslama tablosu, olumlu-olumsuz görüş tablosu kullanılarak oluşturulan tartışma ortamlarının öğrenci anlamalarını olumlu yönde etkilediği ve öğrencilerin yüksek anlamaya sahip oldukları belirlenmiştir. Bu sonuca dayalı olarak güncel örnekler ile ilgili kimya ya da fen konularında benzer etkinliklerin gerçekleştirilmesi öğrenci anlamalarının geliştirilmesi açısından önemlidir.
7. Bu araştırmada ÇEKÖRM'ün uygulamaları sırasında açıklayıcı metinlerin ve animasyonların beraber kullanılmasının özellikler soyut kavramların öğretiminde etkili olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca dayalı olarak Ortaöğretim 11. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı'nın önerdiği gibi açıklayıcı metinlerin kullanılması önerilmektedir. Ancak bu metinlerinin soyut kavramların anlaşılmasında kullanılmasının animasyonlar gibi soyut kavramların somutlaştırılmasında etkili olan yardımcı materyaller ile birlikte kullanılması tavsiye edilmektedir.
8. Yarı ömür kavramının öğretiminde kullanılan sanal deneyin öğrencilerin ilgisini çektiği ve öğrenciler tarafından beğenildiği belirlenmiştir. Milli Eğitim ve Ulaştırma bakanlıklarınca ortak yürütülecek olan Fatih Projesi ile sınıfların birer “teknoloji merkezi” haline dönüştürülmesi planlanmaktadır. Bu yeni düzenlemeyle bir sorun olarak sürekli tartışılan “eğitimde fırsat eşitliği” sorununun çözümü ve eğitimde niteliğin artırılması amaçlanmaktadır. Bu durum göz önüne alındığında, yeni kimya programına uygun olarak hazırlanmış sanal deneyler, sınırlı fen veya kimya laboratuvarı olanaklarına sahip MEB okullarında bile Çekirdek Kimyası ünitesindeki kavramların yeterli olanaklara sahip diğer okullardaki uygulamalarla eşit şartlarda öğretimine imkân sağlayacaktır. Bu nedenle fen/kimya konu ve kavramlarına yönelik uzman kişiler tarafından sanal deneylerin geliştirilmesi önerilmektedir.
9. Bu araştırmada “Radyoaktif Bozunma” analogisinin çalışma yaprakları ve animasyonlar ile beraber kullanılmasında öğrencilerde kavramsal anlamının gelişimine katkı sağladığı belirlenmiştir. Bu sonuç bu ve benzeri analogilerin soyut

olan kimya ya da fen konularının öğretimde kullanılmasının kavramsal anlamayı olumlu yönde geliştirmeye katkı sağlayacaktır.

10. Bu araştırmada değişime karşı dirençli kavram yanılgıları belirlenmiştir. Her bir öğrencinin bireysel farklılıkları nedeni ile farklı kavram yanılgılarına sahip oldukları düşünüldüğünde, öğrencilerdeki mevcut kavram yanılgılarını gidermeye ve farklı kimya kavramlarının öğretilmesine yönelik farklı öğretim yöntem, teknik ve materyallerin bir arada kullanıldığı öğretim materyalleri geliştirilmesi önerilmektedir.
11. ÇEKÖRM'ün öğrenci tutumları, kavramsal anlamaları ve başarı açısından olumlu katkılar sağladığı düşünüldüğünde; farklı öğretim yöntem ve tekniklerini, animasyonları, analogileri, çalışma yapraklarını ve kavramsal değişim metinlerini içeren öğretim materyallerinin öğrenme ortamlarında kullanılması önerilmektedir. Ancak öğretmenlerin bu ve benzeri materyalleri hazırlamak için yeterli bilgiye sahip olmadıkları dikkate alınırsa farklı öğretim yöntem ve teknikleri, analogi, çalışma yaprağı ya da kavramsal değişim metinleri gibi materyalleri hazırlama konusunda öğretmenlere hizmet içi eğitim kurslarının verilmesinin gerekli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca kimya ve fen eğitimi araştırmacılarının yeni kimya öğretim programındaki ünitelere yönelik geliştirilen materyaller ile ilgili çalışmaların sayısının artırılması, öğretmenlerin emek ve zaman kaybının en aza indirilmesi bakımından önemlidir.
12. A ve G okulundaki öğrencilerin uygulamalar sonrasında Çekirdek Kimyası ünitesinin günlük hayatta uygulamaları olan bir ünite olduğunu fark ettikleri belirlenmiştir. Bu bağlamda ortaöğretim veya yükseköğretim düzeyinde, Çekirdek Kimyası ünitesinde geçen kavram ya da olaylar gibi günlük hayattaki uygulamaların olduğu paralel bilimlerdeki kavram ya da olayları da içeren ve bu kavramların ya da olayların insanoğlu ve çevre üzerindeki etkilerini, zararlarını ve zararlarından korunma yöntemleri açısından inceleyen seçmeli bir ders oluşturulabilir.
13. Bu araştırma kapsamında farklı kavramların öğretiminde kavramsal değişim metinleri, çalışma yaprakları, analogiler, animasyonlar, hikâyeler farklı şekillerde bir araya getirilerek kullanılmıştır. Alan eğitimcileri ve öğretmenler ile işbirliği yapılarak aynı kavramlar ile ilgili farklı öğretim yöntem ve tekniklerini içeren materyaller geliştirilebilir. Böylelikle öğretmenler kavramın öğretime yönelik farklı türdeki hazır materyallere sahip olabilirler ve öğrencilerinin özelliklerine göre bu materyalleri sınıflarında kullanabilirler.

14. Radyoaktivite Kare Bulmaca, öğrenci sunumları gibi alternatif ölçme ve değerlendirme yaklaşımlarının öğrenciler tarafından beğenildiği ve bu ölçümlerde öğrenci başarısının yüksek olduğu belirlenmiştir. Yeni programda kullanılması önerilen alternatif ölçme ve değerlendirme yaklaşımlarının kimya öğretmenlerine tanıtılmasına ve yaklaşımları kullanmalarına yönelik hizmet içi kursların düzenlenmesi önerilmektedir.
15. Bu araştırmada öğretmenlerin kullanımına yönelik hangi aşamada ne yapacakları ayrıntılı ders planları şeklinde hazırlanmıştır. Bu şekilde öğretmen rehber kılavuzlarının hazırlanması yapılacak çalışmaların etkili ve düzenli bir şekilde yürütülmesini sağlayacaktır.

6.2. Araştırmacının Deneyimleri ve Diğer Araştırmacılara Yapılan Öneriler

Bu bölümde, araştırmacının deneyimleri ve araştırmanın sonuçları göz önünde bulundurularak gelecekte ilgili alanda çalışma yapmayı düşünen araştırmacılara bazı önerilerde bulunulmuştur.

1. Araştırmanın ön çalışmaları sırasında kimya öğretmenleri ile ünitedeki kavram yanılgıların olası nedenleri, okul ve öğrenci durumları hakkında informal mülakatlar yürütülmüştür. Bu mülakat verileri içeriğin hazırlanması, pilot ve asıl uygulamaların yapılacağı okulların seçilmesi gibi durumlarda araştırmacıya yol göstermiştir. Eğitim araştırmalarında bu tür ön mülakatların yapılmasının araştırmaların rahat yürütülmesine imkân sağlayacağı düşünülmektedir.
2. Araştırmada iki ayrı test ve bir de tutum ölçeği kullanıldığı ve iki kere uygulandığı için gecikmiş test kullanılmamıştır. Öğrenmenin kalıcılığı ile ilgili bilgi edinilmesi için son testlerden sonra gecikmiş test uygulanabilir.
3. Tutumların öğrenci başarısını etkilediği düşünüldüğünde günlük hayatla ilişkili ünitelere başlamadan önce öğrenci tutumlarının belirlenmesi önem taşımaktadır. Bu ve benzeri türde yapılan çalışmaların sayısı artırılmalıdır.
4. Araştırma kapsamında ünite bazında tutum ölçeği hazırlanarak uygulanmıştır. Farklı ünitelere yönelik tutum ölçekleri geliştirilerek benzer uygulamalar yapılabilir.
5. Geliştirilen tutum ölçeği daha fazla bir örnekleme uygulanarak geçerlilik güvenilirlik çalışması tekrarlanabilir.

6. Bu araştırmada “Çekirdek Kimyası” ünitesinin öğretime yönelik geliştirilmiş materyaller benzer bir yöntemle ve benzer veri toplama araçları ile farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilere de uygulanabilir.
7. Bu araştırmada özel durum çalışması kullanılmıştır. Geleneksel öğretim yöntemi ve ÇEKÖRM’ün, farklı materyaller ve ÇEKÖRM’ün karşılaştırmalı çalışmaları da gerçekleştirilebilir.
8. Bu araştırma kapsamında geliştirilen bilgisayar destekli öğretim materyalinde yer alan animasyonların etkinliklerin bilgisayar ortamına aktarılması ilgili alan uzmanı tarafından yapıldığı için daha verimli bir şekilde hazırlanmasını sağlanmıştır. Benzer şekilde bilgisayar destekli öğretim materyallerinden ya da animasyonlarından faydalananak olan araştırmacıların ilgili alan uzmanından destek almaları önerilmektedir.
9. Araştırmada bilgisayar tutum ölçeği kullanılmamıştır. BDÖ’nün konu alındığı benzer çalışmalarda öğrencilerin bilgisayara karşı tutumlarının da araştırılması amacıyla bilgisayar tutum ölçekleri kullanılabilir.

7. KAYNAKLAR

- Abraham, M., R., Gryzybowski, E., B., Renner, J., W. ve Marek, A., E., 1992. Understanding and Misunderstanding of Eighth Graders of Five Chemistry Concepts Found in Textbooks, Journal of Research in Science Teaching, 29, 105-120.
- Akçay, H., Aydoğdu, M., Yıldırım, H., İ. ve Şensoy, O., 2005. Fen Eğitiminde İlköğretim 6. Sınıflarda Çiçekli Bitkiler Konusunun Öğretiminde Bilgisayar Destekli Öğretimin Öğrenci Başarısına Etkisi, Kastamonu Eğitim Dergisi, 13, 1, 103-116.
- Akçay, H., Fevzioğlu, B. ve Tüysüz, C., 2003a. Kimya Öğretiminde Bilgisayar Benzeşimlerinin Kullanımının Lise Öğrencilerinin Başarısına ve Tutumuna Etkisi, Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 3, 1, 7-26.
- Akçay, H., Tüysüz, C. ve Fevzioğlu, B. 2003b. Bilgisayar Destekli Fen Bilgisi Öğretiminin Öğrenci Başarısına ve Tutumuna Etkisine Bir Örnek: Mol Kavramı ve Avagadro Sayısı, The Turkish Online Journal of Educational Technology, 2, 2.
- Akçay, H., Tüysüz, C. ve Fevzioğlu, B. ve Oğuz B., 2008. Bilgisayar Tabanlı ve Bilgisayar Destekli Kimya Öğretiminin Öğrenci Tutum ve Başarısına Etkisi, Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 4, 2, 169-181.
- Akçay, H., Tüysüz, C., Fevzioğlu, B. ve Uçar, V., 2007. Bilgisayar Destekli Kimya Öğretiminin Öğrenci Başarısına ve Tutumuna Etkisine Bir Örnek: “Radyoaktivite”, Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, 22, 98-106.
- Akdeniz, A. R. ve Yiğit, N., 2001. Fen Bilimleri Öğretiminde Bilgisayar Destekli (Logo) Materyallerin Öğrenci Başarısı Üzerine Etkisi: Sürtünme Örneği, Yeni Binyılın Başında Türkiye’de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- 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.
- Akkoyunlu, B., 1998. Bilgisayar ve Eğitimde Kullanılması: Çağdaş Eğitimde Yeni Teknolojiler, Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi Yayınları, Eskişehir.
- Akpınar, B. ve Turan, M., 2002. İlköğretim Okullarında Fen Bilgisi Eğitiminde Materyal Kullanımı, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.

- Akpınar, E. ve Ergin, Ö., 2005. Yapılandırmacı Kuramda Fen Öğretmeninin Rolü, İlköğretim-Online, 4, 2, 55-64.
- Akpınar, Y., 1999. Bilgisayar Destekli Öğretim Ve Uygulamalar, Anı Yayıncılık, Ankara.
- Akyol, H., 2006. Türkçe Öğretim Yöntemleri, Ankara: Kök Yayıncılık.
- Alev, N., 1997. Fizik Eğitim-Öğretiminde Bilgisayar Destekli Yaklaşım, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Alkan, C., 1998. Eğitim Teknolojisi, Anı Yayıncılık, Ankara.
- Alsop, S., 2001. Living with and Learning About Radioactivity: A Comparative Conceptual Study, *Int J. Science Education*, 23, 3, 263-281.
- Altın, K., 2001. Fizik Dersinde Bilgisayar Kullanımı: Bir Simülasyon Yazılımıyla Ders Geliştirilmesi, Yeni Binyılın Başında Türkiye’de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Altın, V., 2008. Elementlerin Oluşumu, Bilim ve Teknik Yeni Ufuklara, Tübitak, Ankara.
- Anderson, L., W., 1981. Assessing Affective Characteristics in the Schools, Allyn and Bacon, Boston.
- Andersson, B., 1986. Pupils’ Explanations of Some Aspects of Chemical Reactions, Science Education, 70, 5, 549-563.
- Ardaç, D. ve Akaygün, S., 2004. Effectiveness of Multimedia-Based Instruction The Emphasizes Molecular Representations on Students’ Understanding of Chemical Change, Journal of Research in Science Teaching, 41, 4, 317-337.
- Arıcı, N. ve Dalkılıç, E., 2006. Animasyonların Bilgisayar Destekli Öğretime Katkısı: Bir Uygulama Örneği, Kastamonu Eğitim Dergisi, 14, 2, 421-430.
- Armbruster, B., B., Thomas, H., A., ve Ostertag, J., 1989. Teaching Text Structure to Improve Reading and Writing, The Reading Teacher, 43, 130-137.
- Asan, A. ve Güneş, G., 2000. Oluşturmacı Öğrenme Yaklaşımına Göre Hazırlanmış Örnek Bir Ünite Etkinliği, Milli Eğitim Dergisi, 147, 50-53.
- Atasoy, B., 2002. Fen Öğrenimi ve Öğretimi, Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara.
- Atasoy, Ş., Akdeniz, A., R. ve Başkan, Z., 2007. Çalışma Yapraklarının Öğrenme Sürecine Katkıları Yönünden Değerlendirilmesi, Yeditepe Üniversitesi EDU 7, 2, 2.
- Atkins, P., W., Jones, L., L., 1997. Chemistry Molecules, Matter, and Change, Third Edition, W.H. Freeman and Company, New York.

- Aubrecht, G., J., Tomrick, D., A. ve Mc Ennis, B., 2000. Student Ideas About Radiation and Radioactivity, AAPT Meeting, Orlando.
- Ayas, A. ve Demirbaş, A., 1997. Turkish Secondary Students' Conception of Introductory Chemistry Concepts, Journal of Chemical Education, 74, 5, 518-521.
- Ayas, A., 1993. A Study of Teachers' and Students' View of the Upper Secondary Curriculum and Students' Understanding of Introductory Chemistry Concepts in the East Black-sea Region of Turkey, Doctoral Dissertation, Universty of Southampton, U.K.
- Ayas, A., 1995a. Fen Bilimlerinde Program Geliştirme ve Uygulama Teknikleri Üzerine Bir Çalışma: İki Çağdaş Yaklaşımın Değerlendirilmesi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 11, 149-155.
- Ayas, A., 1995b. Lise 1 Kimya Öğrencilerinin Maddenin Tanecikli Yapısı Kavramını Anlama Seviyelerine İlişkin Bir Çalışma, II. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, ODTÜ Eğitim Fakültesi, Eylül, Ankara, Bildiriler Kitabı.
- Ayas, A., Çepni, S., Johnson, D. ve Turgut, M., F., 1997. Kimya Öğretimi, Öğretmen Eğitimi Dizisi, YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Yayınları, Bilkent, Ankara.
- Ayas, A., Çepni, S., Özbay, Y., 1994. Bilginin sosyal yapılanması: Öğretmen Eğitimiyle ve Müfredat Programlarıyla İlişkisi, Akademik Yorum, 6, 28-30.
- Ayas, A., Karataş, F. Ö., Ünal, S. ve Çalık, M., 2001b. Gazlar Konusu ile İlgili Bilgisayar Destekli Öğretim Yeterliliklerinin Araştırılması, Yeni Binyılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Ayas, A., Özmen, H., Demircioğlu, G., Sağlam, M., 1999. Türkiye'de ve Dünyada Yapılan Program Geliştirme Çalışmaları: Kimya Açısından Bir Derleme, D. E. Ü. Buca Eğitim Fakültesi Dergisi Özel Sayısı, 11, 211-219.
- Ayas, A., Yılmaz, M. ve Tekin, S., 2001a. Öğretmen Adaylarına Radyoaktivite Konusunun Bilgisayar Destekli Öğretim Yolu ile Sunularak Anlamlı Öğrenmeye Katkısının Değerlendirilmesi, Yeni Binyılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Eylül, İstanbul, Maltepe Üniversitesi Bildiriler Kitabı: 431-435.
- Ayas., A., Karamustafaoğlu S., Cerrah L. ve Karamustafaoğlu O., 2001b. Fen Bilimlerinde Öğrencilerdeki Kavram Anlama Seviyelerini ve Yanılgılarını Belirleme Yöntemleri Üzerine Bir İnceleme, X. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
- Azar, A., 2001. Üniversite Öğrencilerinin Elektrik Konusundaki Kavram Yanılgılarının Analizi, Yeni Binyılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.

- Bachor, D., 2000. Reformating Reporting Methods for Case Studies, Paper Presented at the Australian Association for Research in Education, Sydney, New South Wales, Australia.
- Bağcı Kılıç, G., 2001. Oluşturmacı Fen Öğretimi, Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi, 8-22.
- Bağcı Kılıç, G., 2003. Üçüncü Ululararası Matematik ve Fen Araştırması (TIMMS): Fen Öğretimi, Bilimsel Araştırma ve Bilimin Doğası, İlköğretim Online, 2, 1, 42- 51.
- Bahar, M., Nartgün, Z., Durmuş, S. ve Bıçak, B., 2006. Geleneksel-Alternatif Ölçme ve Değerlendirme Teknikleri Öğretmen El Kitabı, PegemA Yayıncılık, Ankara.
- Bahar, M., Öztürk, E. ve Ateş, S., 2002. Yapılandırılmış Grid Metodu ile Lise Öğrencilerinin Newton'un Hareket Yasası İş, Güç ve Enerji Konusundaki Anlama Düzeyleri ve Hatalı Kavramların Tespiti, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Bildiriler Kitabı, Cilt 1, 428-431.
- Bak, Z. ve Ayas, A., 2008. Kimya Öğrencilerin Atom Kavramını Anlama Düzeylerinin Kavram Haritası Yöntemi İle Belirlenmesi, ietc2008.home.anadolu.edu.tr
- Balım, A., G., Evrekli, E., İnel, D. ve H., 2009. Türkiye'nin PISA 2006'daki Durumu Üzerine Bir İnceleme: Fen Bilimleri Yeterlilik Düzeyinin Bilgi ve İletişim Teknolojilerin Kullanımına Göre Değerlendirilmesi, e- Journal of New World Sciences Academy, 4, 3, IC0079.
- Başlantı, U., 1999. Öğrencilerin Radyoaktivite Konusu ile İlgili Yanlış Kavramları, Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bayır, G., 2000. Effect of Conceptual Change Text Instruction of Students' Understanding of Chemical Change and Conservation of Mass Concept, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, O.D.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Beanch, D.,H. ve Stone, H., M., 1988. Provocative Opinion: Survival of the High School Chemistry Lab., Journal of Chemical Education, 65, 7, 619-620.
- Berquest, W. ve Heikkinen, H., 1990. Student Ideas Regarding Chemical Equilibrium, Journal of Chemical Education, 67, 1000-1003.
- Besson, U. ve Viennot, L., 2004. Using Models at the Mesoscopic Scale in Teaching Physics: Two Experimental Interventions in Solid Friction and Fluid Statics, International Journals of Science Education, 26, 9, 1083-1110.
- Bilgin, İ. ve Geban, Ö., 2001. Benzeşim (Analoji) Yöntemi Kullanarak Lise 2. Sınıf Öğrencilerinin Kimyasal Denge Konusundaki Kavram Yanılgılarının Giderilmesi, Yeni Bin Yılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.

- Bodner, G., M., 1986. Constructivism: A Theory of Knowledge, Journal of Chemical Education, 63, 10, 873-878.
- Bodner, G., M., 1990. Why Good Teaching Fails and Hard-Working Students Do not Always Succeed, Spectrum, 28, 1, 27-32.
- Boyes, E. ve Stanisstreet, M., 1990. Children's Ideas About Radioactivity and Radiation: Sources, Mode of Travel, Uses and Dangers, Research in Science and Technology Education, 12, 2, 145-160.
- Bransford, J. D., Brown, A. L. ve Cocking, R. R., (Ed.) 2000. İçinde: How people learn : Brain, mind, experience and school (Expanded Edition). (s:206-232). Washington, DC, USA: National Academies Pres.
- Bransford, J., Brophy, S. ve Williams, S., 2000. When Computer Technologies Meet The Learning Sciences: Issues and Opportunities, Journal of Applied Developmental Psychology, 21, 1, 59-84.
- Brooks, J., G. ve Brooks, M., G., 1993. In Search of Understanding The Case for Constructivist Classrooms, Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development Press.
- Brooks, J., G. ve Brooks, M., G., 1999. The Courage to be Constructivist, Educational Leadership, 53, 3, 18-24.
- Brown, D., E. ve Clement, J., 1989. Overcoming Misconceptions by Analogical Reasoning: Abstract Transfer Versus Explanatory Model Construction, Instructional Science, 18, 237-261.
- Brown, D.D.E. ve Clement, J., 1987. Nuclear Dangers. A Resource Guide for Secondary School Teachers, Update. Nuclear Information and Research Service. 1424 16 th street. NW suite 601. Washington, DC. 20036.
- Burke, K., A., Greenbowe, T., J. ve Windschitl, M., A., 1998. Developing and Using Conceptual Computer Animations for Chemistry Instructions, Journal of Chemical Educational, 75, 12, 1658-1661.
- Bülbül, O., 2009. Fizik Dersi 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.
- Büyüköztürk, Ş., 2007. Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı, 7. Baskı, PegemA Yayıncılık, Ankara.
- Bybee, R., W., 1997. Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practices. Portsmouth. UK: Heinemann.
- Canpolat, N., 2002. Kimyasal Denge ile İlgili Kavramların Anlaşılmasında Kavramsal Değişim Yaklaşımının Etkililiğinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

- Canpolat, N., Pınarbaşı, T., Bayrakçeken, S. ve Geban, Ö., 2004. Kimyadaki Bazı Yaygın Yanlış Kavramalar, G.Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi, 24, 1, 135-146.
- Cavin, C., S., Cavin, E., D. ve Lagowski, J., J., 1981. The Effect of Computer-Assisted Instruction on the Attitudes of College Student towards Computer and Chemistry, Journal of Research in Science Teaching, 18, 4, 329-333.
- Ceng, Z., Dönmez Usta, N., Yıldırım, N., 2010. Determining In-Service Training Needs Of Chemistry Teachers: A Study On The 9th grade New Chemistry Program, Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2, 2, 2858-2862.
- Ceng, Z., Dönmez, N., Karşlı, F., ve Ayas, A., 2007. Öğretmen Adaylarının Radyasyon Hakkındaki Anlama Seviyelerinin Belirlenmesi, Ulusal Kimya Eğitimi Kongresi Kimya Eğitiminde Yeni Ufuklar, İstanbul.
- Ceylan, E., Azizoğlu, N., Ertepinar, H. ve Geban, Ö., 2003. Kavramsal Değişim Yaklaşımının Kimyasal Değişim ve Kütlenin Korunumu Kavramlarını Anlamaya Etkisi, XVII. Ulusal Kimya Kongresi, İstanbul.
- Chiu, M. ve Lin, C., 2005. Promoting Fourth Graders' Conceptual Change of Their Understanding of Electric Current via Multiple Analogies, Journal of Research in Science Teaching, 42, 4, 429-464.
- Cohen, L. ve Manion, L., 1989. Research Methods in Education, Third Edition, Routledge Publications, New York.
- Cohen, L.B., 1998. Çok Geç Olmadan- Before It's Too Late, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Nural Matbaacılık, Ankara.
- Coll, R., 2005. The Role of Models/Analogies in Science Education: Implication from Research, International Journal of Science Education, 27, 2, 183-198.
- Coll, R., K. ve Treagust, D.F., 2003. Investigation of Secondary School, Undergraduate and Graduate Learners' Mental Models Of Ionic Bonding, Journal of Research in Science Teaching, 40, 5, 464-486.
- Coştu, B. ve Ünal, S., 2005. Le-Chatelier Prensibinin Çalışma Yaprakları İle Öğretimi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Elektronik Eğitim Fakültesi Dergisi, 1, 1-10.
- Coştu, B., 2006. Kavramsal Değişimin Gerçekleşme Düzeyinin Belirlenmesi: "Buharlaşma, Yoğunlaşma ve Kaynama", Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Coştu, B., Ayas, A., Çalık, M., Ünal, S. ve Karataş, F., Ö., 2005. Fen Öğretmen Adaylarının Çözelti Hazırlama ve Laboratuvar Malzemelerini Kullanma Yeterliliklerinin Belirlenmesi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 28, 65-72.
- Coştu, B., Çepni, S. ve Yeşilyurt, M., 2002. Hal Değişimi ile İlgili Kavram Yanılgılarına Yönelik Bilgisayar Destekli Materyallerin Kullanılması, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, ODTÜ, Ankara.

- Coştu, B., Karataş, F., Ö. ve Ayas, A., 2003. Kavram Öğretiminde Çalışma Yapraklarının Kullanılması, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 14, 2, 33-48.
- Çakır, Ö., S., Uzuntiryaki, E. ve Geban, Ö., 2002. Contribution of Conceptual Change Texts and Concept Mapping to Students' Understanding of Acids and Bases, Paper Presented at the Annuan Meeting of National Association For Research in Science Teaching, New Orleans, LA.
- Çalık, M. ve Ayas, A., 2005. A Comparison of Level of Understanding of Grade 8 Students and Science Student Teachers Related to Selected Chemistry Concepts, Journal of Research in Science Teaching, 6, 1, 30-41.
- Çalık, M., 2006. Bütünleştirici Öğrenme Kuramına Göre Lise 1 Çözümler Konusunda Materyal Geliştirilmesi ve Uygulanması, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Çalık, M., 2008. Facilitating Students' Conceptual Understanding Of Boilding Using A Four-Step Constructivist Teaching Method, Research In Sience and Technological Education, 26, 1, 59-74.
- Çalık, M., Ayas, A. ve Coll, R. K., 2010. Investigating the Effectiveness of Teaching, Methods Bases on a Four-Step Constructivist Strategy, Journal of Science Education and Technology, 19, 1, 32-48.
- Çelen, F., K., Çelik, A. ve Seferoğlu, S., S., 2011. Türk Eğitim Sistemi ve PISA Sonuçları, Akademik Bilişim, İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Çelik H, C., Bindak, R. (2005). İlköğretim Okullarında Görev Yapan Öğretmenlerin Bilgisayara Yönelik Tutumlarının Çeşitli Değişkenlere Göre İncelenmesi, İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 6, 10, 27-38.
- Çepni, S., 2007. Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş, Genişletilmiş Üçüncü Baskı, Celepler Matbaacılık, Trabzon.
- Çepni, S., Akdeniz, A. R. ve Keser, F. Ö., 2000. Fen Bilimleri Öğretiminde Bütünleştirici Öğrenme Kuramına Uygun Örnek Materyallerin Geliştirilmesi, Türk Fizik Derneği, 19. Fizik Kongresi, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Çepni, S., Ayas, A., Akdeniz, A.R., Özmen, H., Yiğit, N., Ayvacı, H., Ş., 2005. Kuramdan Uygulamaya Fen ve Teknoloji Öğretimi, Pegem A Yayıncılık, 4. Baskı, Ankara.
- Çepni, S., Taş, E. ve Köse, S., 2006. The Effects of Computer-Assisted Material on Students' Cognitive Levels, Misconceptions and Attitudes Towards Science, Computer and Education, 46, 2, 192- 205.
- Dagher, Z., R., 1995. Review of Studies on the Effectiveness of Instructional Analogies in Science Education, Science Education, 79, 295-312.

- Daşdemir, İ., 2006. Animasyon Kullanımının İlköğretim Fen Bilgisi Dersinde Akademik Başarıya ve Kalıcılığa Olan Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Demircioğlu, G., 2003. Lise II Asitler ve Bazlar Ünitesi İle İlgili Rehber Materyal Geliştirilmesi ve Uygulanması, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Demircioğlu, H. ve Atasoy, Ş., 2006. Çalışma Yapraklarının Geliştirilmesine Yönelik Bir Model Önerisi, Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, 19, 71-79.
- Demircioğlu, H., Demircioğlu, G. ve Ayas, A., 2004. Kavram Yanılgılarının Çalışma Yapraklarıyla Giderilmesine Yönelik Bir Çalışma, Milli Eğitim Dergisi, 163, 120-130.
- Demircioğlu, H., Demircioğlu, G. ve Ayas, A., 2006. Hikayeler ve Kimya Öğretimi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 30, 110-119.
- Demircioğlu, H. ve Geban, Ö., 1996. Fen Bilgisi Öğretiminde Bilgisayar Destekli Öğretim ve Geleneksel Problem Çözme Etkinliklerinin Ders Başarısı Bakımından Karşılaştırılması, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 12, 183-185.
- Demirel, M., 1996. Bilgilendirici Metin Türünün ve Okuduğunu Kavrama Becerisinin Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Öğrenme Düzeyine Etkisi, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Demirel, Ö., 2005. Öğretimde Planlama ve Değerlendirme Öğretme Sanatı, PegemA Yayıncılık, Ankara.
- Diakidoy, I., N., Kendeou, P. ve Ioannides, C., 2003. Reading About Energy: The Effects of Text Structure in Science Learning and Conceptual Change, Contemporary Educational Psychology, 28, 335-356.
- Dilber, R., 2006. Fizik Öğretiminde Analoji Kullanımının ve Kavramsal Değişim Metinlerinin Kavram Yanılgılarının Giderilmesine ve Öğrenci Başarısına Etkisinin Araştırılması, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Doğruöz, P., 1998. Effect of Science Process Skill Oriented Lesson on Understanding of Fluid Force Concepts, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, O.D.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Doymuş, K., Canpolat, N., Pınarbaşı, T., Bayrakçeken, S. ve Gürses, A., 1998. Üniversite Kimya Bölümü Öğrencilerinin Bazı Kimya Kavramlarını Anlama Düzeyleri, Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, K.T.Ü., Trabzon.
- Doymuş, K., Karaçöp, A., Şimşek, Ü. ve Doğan, A., 2010. Üniversite Öğrencilerinin Elektrokimya Konusundaki Kavramları Anlamalarına Jigsaw ve Bilgisayar Animasyonları Tekniklerinin Etkisi, Kastamonu Eğitim Dergisi, 18, 2, 431-448.

- Dönmez Usta N., Karşlı, 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 Kongresi, 18-20 Kasım, GİRESUN.
- Dönmez Usta, N. ve Ayas, A., 2010. Common Misconceptions in Nuclear Chemistry Unit, Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2, 2,1432-1436.
- Driscoll, M., P., 1994. Psychology of Learning for Instructions, Boston: Ally and Bacon.
- Duit, P., W., Michael, R., Michael, K. ve Wilbers, J., 2001.Fostering Conceptual Change by Analogies Between Scylla and Charybdis, Learning and Instruction, 11, 283-303.
- Ebenezer, J., V., 2001. A Hypermedia Environment to Explore and Negotiate Students' Conceptions: Animation of the Solution Process of Table Salt, Journal of Science Education and Technology, 10, 1, 73-91.
- Erçoklu, H. F., 2001. Lise 2. Sınıf Öğrencilerinde Çekirdek Tepkimeleri ve Radyoaktivite Konusunda Yanlış Kavramların Tespiti ve Giderilmesi, Yüksek Lisans Tezi, G.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Erdoğan, B., 2000. Ortaöğretim Kimya Dersinde Bilgisayarlı Eğitimin Etkinliği ile İlgili Deneysel Bir Araştırma, Yayınlamamış Yüksek Lisans Tezi, D.E.Ü., Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Ersoy, A., 2005. İlköğretim Bilgisayar Dersindeki Sınıf Yerleşim Düzeni ve Öğretmen Rolünün Yapılandırmacı Öğrenmeye Göre Değerlendirilmesi, The Turkish Online Journal of Educational Technology, 4, 4, 170-181.
- Ertepinar, H., Demircioğlu, H., Geban, Ö. ve Yavuz, D., 1998. Benzeşme ve Bilgisayarlı Öğretimin Mol Kavramını Anlamaya Etkisi, III. Ulusal Fen Bilimleri Sempozyumu, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Eryılmaz, A. ve Tatlı, A., 1998. ODTÜ Öğrencilerinin Mekanik Konusundaki Kavram Yanılgıları, III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Eylül, Trabzon, Bildiriler Kitabı.
- Fensham, P., J., 1988. Approaches to the Teaching of STS in Science Education, International Journal of Science Education, 10, 4, 346-356.
- Fung, Y., 2000. A Constructivist Strategy for Development Teachers for Change: A Hong Kong Experience, Journal of in Service Education, 26, 1, 153-167.
- Gabel, D., 2003. Enhancing The Conceptual Understanding of Science, Educational Horizonos.

- Gandole, Y., B., Khandevale, S., S. ve Mishra, R., A., 2006. A Comparison of Students' Attitudes between Computer Software Support and Traditional Laboratory Practical Learning Environments in Undergraduate Electronics Science, E Journal of Instructional Science and Technology, 9, 1, 1-13.
- Garnett, P., L. ve Treagust, D., F., 1992. Conceptual Difficulties Experienced by Senior High School Students of Electrochemistry: Electrochemical (Galvanic) and Electrolytic Cells, Journal of Research in Science Teaching, 29, 10, 1079-1099.
- Geban, Ö. ve Demircioğlu, H., 1996. Fen Bilgisi Öğretiminde Bilgisayar Destekli Eğitim ve Geleneksel Problem Çözme Etkinliklerinin Ders Başarısı Bakımından Karşılaştırılması, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 2, 183-185.
- Geban, Ö., Aşkar, P. ve Özkan, İ., 1992. Effects of Computer Simulations and Problem Solving Approaches on High School Students, Journal of Educational Research, 86: 5-10.
- Gemici, Ö., Korkusuz, M.E., Bozan, M. ve Sarıkaya, A., 2001. Bilgisayar Destekli Fen Eğitimi ve Bir Örnek Uygulama, Yeni Binyılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Gerçek, C., Köseğlu, P., Yılmaz, M. ve Soran, H., 2006. Öğretmen Adaylarının Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutumlarının Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 30, 130-139.
- Glynn, S., M. ve Takahaski, T., 1998. Learning From Analogy-Enhanced Science Text, , Journal of Research in Science Teaching, 35, 10, 1129-1149.
- Glynn, S., M., 1995. Conceptual Bridges: Using Analogies to Explain Scientific Concepts, The Science Teacher, 62, 9, 25-27.
- Glynn, S., M., 2007. The Teaching-With-Analogies Model, Science and Children, 44, 8, 52-55.
- Gonzalez, F., M., 1997. Diagnosis of Spanish Primary School Students' Common Alternative Science Concepts, School Science and Mathematics, 97, 2, 68-74.
- Gül, Ş. ve Yeşilyurt, S., 2011. Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımına Dayalı Bilgisayar Destekli Öğretimin Öğrencilerin Tutumları ve Başarıları Üzerine Etkileri, Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED), 5, 1, 94-115.
- Güneş, G. ve Asan, A., 2005. Oluşturmacı Yaklaşımına Göre Tasarlanan Öğrenme Ortamlarının Matematik Başarısına Etkisi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 25, 1, 105-121.
- Haidar, A., H. ve Abraham, M., R., 1991. A Comparison of Applied and Theoretical Knowledge of Concept Based on the Particulate Nature of Matter, Journal of Research in Science Teaching, 28, 10, 919-938.

- Hall, K., M., Sabey, B., L. ve McClellan, M., 2005. Expository Text Comprehension: Helping Primary-Grade Teachers Use Expository Texts to Full Advantage, Reading Psychology, 26, 211-231.
- Hand., B., Treagust, D., F. ve Vance, K., 1997. Student Perceptions of the Social Constructivist Classroom, Science Education, 81, 5, 561-575.
- Hannafin, R. ve Foshan, W., 2008. Computer Based Instruction's (CBI) Rediscovered Rol in K-12: An Evaluation Case Study of One High School's Use of CBI to Improve Pass Rates on High-Stakes Tests, Educational Technology Research and Development, 56, 2, 147-160.
- Harwood, W., S. ve McMahon, M., M. 1997. Effects of Integared Video Media on Student Achievement and Attitudes in High School Chemistry, Journal of Research in Science Teaching, 34, 6, 617- 631.
- Henriques, L., 1997. Constructivist Teaching and Learning, Doctoral Thesis, University of Iowa, USA.
- Hewson, P. W. ve Hewson, M. G., 1984. The Rol Conceptual Conflict in Conceptual Change and The Design of Science Instruction, Instructional Science, 13, 1-13.
- Hounshell, P., B. ve Hill, S., R., 1989. The Microcomputer and Achievement and Attitudes in High School Biology, Journal of Research in Science Teaching, 26, 6, 543-549.
- Huk, T., Steinke, M. ve Flote, C., 2003. Helping Teacher Computer Animations for Improving Learning, Science Education, 3022-3025.
- Hynd, C. ve Alvermann, D., E., 1986. The Rol of Refutation Text in Overcoming Diffuculty with Science Concepts, Journal of Reading, 29, 5, 440-446.
- Hynd, C., R., 2001. Refutational Texts and The Change Process, International Journal of Educational Research, 35, 699-714.
- İşman, A., 2001. Bilgisayar ve Eğitim, Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 2, 1-34.
- İşman, A., Baytekin, Ç., Balkan, F., Horzum, M., B. ve Kıyıcı, M., 2002. Fen Bilgisi Eğitimi ve Yapısalcı Yaklaşım, Turkish Online Journal of Educational Technology, 1, 1, 7.
- Jackson, M., M. ve Songer, N., B. 2000. Student Motivation and Internet Technology: Are Students Empowered to Learn Science?, Journal of Research In Science Teaching, 37, 5, 459-479.
- Janiuk , R. M., 1993. The Process of Learning Chemistry: A Review of the Studies, Journal of Chemical Education, 70, 10, 828-829.
- Jones, M. ve Millar, C., R., 2001. Chemistry In The Real World, Journal of Chemical Education, 78, 4, 484-487.

- Kabapınar, F., Özden, N. ve Salan, Ü., 2000. Ortaöğretim Fizik ve Kimya Derslerinde Yaygın Olarak Kullanılan Bilgisayar Yazılımlarının Dizayn Açısından İncelenmesi, IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Kaczmarek, R., Bednarek, D. ve Wong, R., 1987. Misconceptions of medical students about radiological physics, Health Physics, 52, 1, 106-108.
- Kadayıfçı, O., 1998. Lise Kimya Öğretiminin Bilgisayar Destekli Eğitimin Kimya Başarısına Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kalaycı, Ş., 2008. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri, 3. Baskı, Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Ankara.
- Karaca, N., 2010. Bilgisayar Destekli Animasyonların Grafik Çizme Ve Yorumlama Becerisinin Geliştirilmesine Etkisi: “Yaşamımızdaki Sürat Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Karaçöp, A., 2010. Öğrencilerin Kimyasal bağlar ve Elektrokimya Ünitelerindeki Konuları Anlamalarına Animasyon ve Jigsaw Tekniklerinin Etkileri, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Karaduman, B. ve Emrahoğlu, N., 2011. Maddenin Tanecikli Yapısı Ünitesinin Öğretiminde Bilgisayar Destekli Ve Bilgisayar Temelli Öğretim Yöntemlerinin Akademik Başarıya ve Kalıcılığa Etkisi, Kastamonu Eğitim Dergisi, 19, 3, 925-938.
- Karakuş Tayşi, E., 2007. İlköğretim 5. ve 8.sınıf Öğrencilerinin Hikaye ve Deneme Türü Metinlerindeki Okuduğunu Anlama Becerilerinin Karşılaştırılması (Kütahya İli Örneği), Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Karamustafaoğlu, S. ve Ayas, A., 2004. Analogilerle Bazı Kimya Kavramlarının Öğretiminin Bilişsel Ve Duyuşsal Öğrenmelere Etkisi, VI. Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Bildiriler Kitabı, s:177, Eylül, İstanbul.
- Karamustafaoğlu, S., 2003. Maddenin İç Yapısına Yolculuk Ünitesi ile İlgili Basit Araç- Gereçlere Dayalı Rehber Materyal Geliştirilmesi ve Öğretim Sürecindeki Etkililiği, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Karasar, N., 2008. Bilimsel Araştırma Yöntemi, 17. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Karataş, F. Ö., 2003. Lise 2 Kimyasal Denge Konusunun Öğretiminde Bilgisayar Paket Programları ile Klasik Yöntemlerin Etkililiğinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Karataş, F., Ö., Köse, S. ve Coştu, B., 2003. Öğrenci Yanılgılarını ve Anlama Düzeylerini Belirlemede Kullanılan İki Aşamalı Testler, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 13, 1, 54-69.

- Karlı, F., Dönmez Usta, N., Ceng, Z. ve Ayas, A., 2009. Comparison of the Techniques and Methodologies Preferred by Chemistry Teachers on the Concept Teaching: A Study on the Ionic Compounds, Procedia-Social and Behavioral Sciences, 1, 1, 1419–1424.
- Keleş, E., 2007. Altıncı Sınıf Kuvvet Hareket Ünitesine Yönelik Beyin Temelli Öğrenmeye Dayalı Web Destekli Öğretim Materyalinin Geliştirilmesi ve Etkililiğinin Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Keser, H., 1993. Eğitim Teknolojisinde Bilgisayarla Öğretim Alanında Çağdaş Gelişmeler, Eğitim Bilimleri Birinci Ulusal Kongresi, Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.
- Kesercioğlu, T., Yılmaz, Huyugüzel Cavaş, P. ve Cavaş, B., 2004. İlköğretim Fen Bilgisi Öğretiminde Analojilerin Kullanımı: “Örnek Uygulamalar”, Ege Eğitim Dergisi, 5, 1, 27-35.
- Kılıç, D., 2007. Analojilerle Öğretim Modelinin 9. Sınıf Öğrencilerinin Kimyasal Bağlar Konusundaki Yanlış Kavramaların Giderilmesi Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kılıç, G., 2001. Oluşturmacı Fen Öğretimi, Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi, 1, 7-22.
- Kılıç, G., B., 2003. Üçüncü Uluslar Arası Matematik ve Fen Araştırması (TIMSS): Fen Öğretimi, Bilimsel Araştırma ve Bilimin Doğası, İlköğretim-Online, 2, 1, 42-51.
- Kıyıcı, G. ve Yumuşak, A., 2005. 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 (16), 1303- 6521.
- Kıbar, Z., 2006. İlköğretim Düzeyi Fen Bilgisi Öğretiminde Yüksek Etkileşimli BDÖ Yazılımlarının Öğrenci Başarısına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi D.E.Ü., Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Kolomuç, A., 2009. 11. Sınıf “Kimyasal Reaksiyonların Hızları” Ünitesinin 5E Modeline Göre Animasyon Destekli Öğretimi, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Koray, Ö., Akyaz, N. ve Köksal, M., 2007. Lise Öğrencilerinin “Çözünürlük” Konusunda Günlük Yaşamla İlgili Olaylarda Gözlenen Kavram Yanılgıları, Kastamonu Eğitim Dergisi, 15, 1, 241-250.
- Korkmaz, H., 1997. İlköğretim Fen Öğretiminde Araç-Gereç Kullanımı ve Laboratuvar Uygulamaları Açısından Öğretmen Yeterlilikleri, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Köklü, N., 1995. Tutumların Ölçülmesi ve Likert Tipi Ölçeklerde Kullanılan Alternatif Seçenekler, Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 28, 2, 81-93.

- Kurnaz, M., A. ve Çalık, M., 2008. Using Different Conceptual Change Methods Embedded within the 5E Model A Sample Teaching of for Heat and Temperature, *Journal of Physics Teacher Education Online*, 5, 1, 3-6.
- Kurt, S., 2010. Kimyasal Reaksiyonların Hızı Ünitesine Yönelik Materyal Geliştirilmesi, Uygulanması ve Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kurt, Ş. ve Akdeniz, A., R., 2003. Farklı Düzeylerdeki Öğrencilerde Kuvvet Kavramı ile İlgili Yanılgılar, XII. Eğitim Bilimleri Sempozyumu, Antalya.
- Kurt, Ş., 2002. Fizik Öğretiminde Bütünleştirici Öğrenme Kuramına Uygun Çalışma Yapraklarının Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Lijnse, P.L., Eijkelhof H.M.C., Klaassen, C., W., J., M. ve Scholte, R., L., J., 1990. Pupil's and Mass-media Ideas About Radioactivity, *International Journal of Science Education*, 12, 1, 67-68.
- Marek, E., A., 1986. They Misunderstand, But They'll Pass, *The Science Teacher*, 53, 9, 32-35.
- Marshall, C., C. ve Shipmann, F., M., 1995. Spatial Hypertext: Designing for Change, *Communications of the ACM*, 38, 8, 88-97.
- Matsuuar, T. ve Iırı, Y., 2002. The Importance of Making Right Knowledge About Radiation Popular-Activity of "Radiation Education Forum". <http://www.irpa.net/irpa10/cdrom/01306.pdf> 28 Temmuz 2008.
- Max, G., 1993. Everyday Risk, *Physics Education*, 28, 22-25.
- Mayer, R. ve Anderson, R., B., 1991. Animation Need Narration: An Experimental Test of Dual Coding Hypothesis, *Journal of Education Psychology*, 83, 4, 484-490.
- McClean, P., Christina, J., Roxanne, R., Lisa, D., John, R., Jett, T. ve Alan, W., 2005. Molecular and Celluar Biology Animation: Development and Impact on Student Learning, *Cell Biology Education*, 4, 169-179.
- Mcdonald, J. ve Czerniak, C., 1994. Development İnterdisciplinary Units: Strategies And Examplless, *School Science and Mathematics*, 94, 1, 5-10.
- McGeachy, F., 1988. Radioactive Decay an Analog, *Physics Teachers*, 26, 1, 28- 29.
- MEB, 2005. Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı, İlköğretim 4.ve 5. Sınıf Öğretim Programı, MEB Yayınları, Ankara.
- MEB, 2007. MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı Ortaöğretim 9. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı, MEB Yayınları, Ankara.

- MEB, 2008. MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı Ortaöğretim 11. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı, MEB Yayınları Ankara. <http://ttkb.meb.gov.tr/program.aspx?islem=1&kno=82>, 12.05.2011
- Merriam, S., B., 1988. Case Study Research in Education, Jossey Bass Inc. Publishers, San Francisco.
- Mertens, D., 1998. Research Methods in Education and Psychology, New York: Sage Publications.
- Mestre, J., ve Touger, J., 1989. Cognitive Research: What's in It For Physics Teachers, The Physics Teacher, 447-456.
- Meyer, B., J., F., 2003. Text Coherence and Readability, Topics in Language Disorders, 23, 3, 204-224.
- Millar, R. ve Driver, R., 1987. Beyond Processes, Studies in Science Education, 14, 33-62.
- Millar, R. ve Gill J., S., 1994. School Students' Understanding of Processes Involving Radioactive Substances And Ionizing Radiation, Journal Science Education, 12, 67-78.
- Morgil, İ., Yılmaz, A., Uludağ, N., 2004. Lise 2 Kimya Ders Kitabında Yer Alan Radyoaktivite Konusunun İncelenmesi, Öğrencilerin Bu Konudaki Bilgilerinin Araştırılması ve Öneriler, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 27, 206-215.
- Nakhleh, M., B. ve Krajcik, J., S., 1994. Influence of Levels of Information as Presented by Different Technologies on Students' Understanding of Acid, Base, and pH Concepts, Journal of Research in Science Teaching, 34, 10, 1077-1096.
- Nakhleh, M., B., 1992. Why Some Students Don't Learn Chemistry: Chemical Misconceptions, Journal of Chemical Education, 69, 3, 191-196.
- Nakhleh, M., B., 1994. Students' Models of Matter in the Context of Acid- Base Chemistry, Journal of Chemistry Education, 71, 6, 495- 499.
- Nakiboğlu, C. ve Ertem, H., 2010. Atom İle İlgili Kavram Haritalarının Yapısal, İlişkisel ve Öneri Doğruluğu Puanlaması Analiz Sonuçlarının Kıyaslanması, Türk Fen Eğitimi Dergisi, 7, 3, 60-77.
- Nakiboğlu, C., 1999. Kimya Öğretmeni Eğitiminde Bütünleştirici (Constructivist) Öğrenme Modelinin Öğrenci Başarısına Etkisi, DEU, Buca Eğitim Fakültesi Dergisi Özel Sayı, 11, 271-280.
- Nakiboğlu, C., Bülbül, B., 2000. Ortaöğretim Kimya Derslerinde Yapısalcı (Constructivist) Öğrenme Kuramı Çerçevesinde “Çekirdek Kimyası” Ünitesinin Öğretimi, BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2, 1, 76-87.

- Nicoll, G., A., 2001. Report of Undergraduates' Bonding Misconception, International Journal of Science Education, 23, 7, 707-730.
- Odabaşı, F., 1998. Bilgisayar Destekli Eğitim: Çağdaş Eğitimde Yeni Teknolojiler. Açıköğretim Fakültesi Yayınları, Eskişehir.
- Orgill, M. ve Thomas, M., 2007. Analogies and the 5E Model, The Science Teacher, 74, 1, 40-45.
- Osborne, R., J. ve Cosgrove, M., M., 1983. Children's Conceptions of the Changes of State of Water, Journal of Research in Science Teaching, 20, 825-838.
- Ölmez, O., Geban, Ö.ve Ertepinar, H., 2001. Dördüncü Sınıf Öğrencilerinin Dünya ve Gökyüzü Konularındaki Anlamalarında Kavramsal Değişim Yaklaşımının Etkisi, Yeni Binyılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Özbay, Y. ve Şahin, M., 2000. Empatik Sınıf Atmosferi Tutum Ölçeği (ESATÖ): Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 19, 104-113.
- Özdamar, K., 2004. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi 1, Genişletilmiş 5. Baskı, Kaan Kitabevi, Eskişehir, 449-450s.
- Özdemir, A. ve Geban, Ö., 1998. Kavramsal Değişim Yaklaşımı ve Kimyasal Denge, III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, K.T.Ü., Trabzon, Bildiriler Kitabı, 160-163.
- Özden, M., 2007. Kimya Öğretmenlerinin Kimya Öğretiminde Karsılaştıkları Sorunların Nitel Ve Nicel Yönden Değerlendirilmesi: Adıyaman ve Malatya İlleri Örneği, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22, 2, 40-53.
- Özdener, N. ve Erdoğan, 2001. Bilgisayar Destekli Eğitimde Kullanım Amaçlı Bir Simülasyonun Tasarlanması ve Geliştirilmesi, Yeni Binyılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Özgüven, İ., E., 1994. Psikolojik Testler, Yeni doğuş Matbaacılık, Ankara.
- Özkan, Ö., Tekkaya, C. ve Geban, Ö., 2004. Facilitating Conceptual Change in Students' Understanding of Ecological Concepts, Journal of Science Education and Technology, 13, 1, 95- 105.
- Özmen, H. ve Ayas, A., 2003. Students' Difficulties in Understanding of the Conservation of Matter in Open and Closed-System Chemical Reactions, Chemistry Education: Research and Practice, 4, 3, 279-290.
- Özmen, H. ve Demircioğlu, G., 2003. Asitler ve Bazlar Konusundaki Öğrenci Yanlış Anlamalarının Giderilmesinde Kavramsal Değişim Metinlerinin Etkisi, Milli Eğitim Dergisi, 159, 111-119.

- Özmen, H. ve Kolomuç, A., 2004. Bilgisayarlı Öğretimin Çözümler Konusundaki Öğrenci Başarısına Etkisi, Kastamonu Eğitim Dergisi, 12, 1, 57-68.
- Özmen, H. ve Yıldırım, N., 2005. Çalışma Yapraklarının Öğrenci Başarısı Üzerine Etkisi: Asitler ve Bazlar Örneği, Türk Fen Eğitimi Dergisi, 2, 2, 125-142.
- Özmen, H., 2002. Kimyasal Reaksiyonlar Ünitesindeki Kavramların Öğretimine Yönelik Rehber Materyal Geliştirilmesi ve Uygulanması, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Özmen, H., 2004. Fen Öğretiminde Öğrenme Teorileri ve Teknoloji Destekli Yapılandırmacı (Constructivist) Öğrenme, The Turkish Online Journal of Educational Technology, 3, 1.
- Özmen, H., Demircioğlu, H. ve Demircioğlu, G., 2009. The Effects of Conceptual Change Texts Accompanied with Animations on Overcoming 11th Grade Students' Alternative Conceptions of Chemical Bonding, Computers & Education, 52, 681-695.
- Özsevgeç, T., 2007. İlköğretim 5. Sınıf Kuvvet ve Hareket Ünitesine Yönelik 5E Modeline Göre Geliştirilen Rehber Materyallerin Etkililiklerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Palmer, D. H., 1999. Exploring the Link between Students' Scientific and Nonscientific Conceptions, Science Education, 83, 639-653.
- Palmer, D., H., 1998. Measuring Contextual Error in the Diagnosis of Alternative Conceptions in Science, Issues in Educational Research, 8, 1, 65-76.
- Pekdağ, B., 2005. Fen Eğitiminde Bilgi ve İletişim Teknolojileri, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Eğitimi Enstitüsü Dergisi, 7, 2.
- Pektaş, M., Türkmen, L. ve Solak, K., 2006. Bilgisayar Destekli Öğretimin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sindirim Sistemi ve Boşaltım Sistemi Konularını Öğrenmeleri Üzerine Etkisi, Kastamonu Eğitim Dergisi, 14, 2, 465-472.
- Pınarbaşı, T. ve Canpolat, N., 2002. Fen Eğitiminde Kavramsal Değişim Yaklaşımı-II: Kavram Değiştirme Metinleri, Kastamonu Eğitim Dergisi, 10, 2, 281-286.
- Pınarbaşı, T., Canpolat, N., Bayrakçeken, S. ve Geban, Ö., 2006. An Investigation of Effectiveness of Conceptual Change Text-Oriented Instruction on Students' Understanding of Solution Concepts, Research in Science Education, 36, 313-335.
- Pilling, G., Holman, J. ve Waddington, D., 2001. The Salters' Experience, Education in Chemistry, 38, 5, 131-136.
- Pittman, K., 1999. Student-Generated Analogies: Another Way of Knowing?, Journal of Research in Science Teaching, 36, 1, 1-22.

- Prather, E., E. ve Harrington R., R., 2001. Students Understanding of Ionising Radiation and Radioactivity, Journal of College Science Teaching, 31, 2, 89-93.
- Quilez, J. ve Solaz, J., J. 1995. Students' and Teachers' Misapplication of the Le Chatelier's Principle Implications for the Teaching of Chemical Equilibrium, Journal of Research in Science Teaching, 32, 939-957.
- Rainer, J., Guyton, E. ve Bowen, C., 2000. Constructivist Pedagogy in Primary Classroom, Paper Presented at the Annual Conference of the American Educational Research Association, 24-28 April, New Orleans, LA.
- Reis, Z. A., 2004. Bilgisayar Destekli Öğrenme-Öğretme Sürecinde Teknoloji ve Yardımcı Materyallerin Kullanımı, IV. International Education Technologies Conference, 24-26 Kasım, 1, 154-159.
- Renshaw, C., E. ve Taylor, H., A., 2000. The Educational Effectiveness of Computer Based Instruction, Computer and Geosciences, 26, 6, 677- 682.
- Rodrigues, S., 1997. Fitness for Purpose: a Glimpse at When, Why and How to Use Information Technology in Science Lessons, Australian Science Teachers Journal, 43, 2, 38-39.
- Ronneau, C., 1990. Radioactivity: A Natural Phenomenon, Journal of Chemical Education, 67, 9, 736-737.
- Russell, J., W., Kozma, R., B., Jones, T., Wykoff, J., Marx, N. ve Davis, J., 1997. Use of Simultaneous-Synchronized Macroscopic, Microscopic, and Symbolic Representations to Enhance the Teaching and Learning of Chemical Concepts, Journal of Chemical Education, 74, 330-334.
- Saka, A. ve Akdeniz, A. R., 2006. Genetik Konusunda Bilgisayar Destekli Materyal Geliştirilmesi ve 5E Modeline Göre Uygulanması, The Turkish Online Journal of Educational Technology, 5, 1, 129-141.
- Saka, A. ve Yılmaz, M., 2005. Bilgisayar Destekli Fizik Öğretiminde Çalışma Yapraklarına Dayalı Materyal Geliştirme ve Uygulama, The Turkish Online Journal of Educational Technology, 4, 3 (17), 1303- 6521.
- Saka, A., 2006. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Genetik Konusundaki Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde 5E Modelinin Etkisi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Saka., A., 2001. Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler Ünitesi için Öğretmen Rehber Materyallerinin Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Sanger, M., 2000. Addressing Student Misconceptions Concerning Electron Flow in Aqueous Solutions with Instruction Including Computer Animations and Conceptual Change Strategies, International Journal of Science Education, 22, 5, 521-537.

- Sanger, M., J. ve Badger, S., M., 2001. Using Computer-Based Visualization Strategies to Improve Students' Understanding of Molecular Polarity and Miscibility, Journal of Chemical Education, 78, 10, 1412-1416.
- Sanger, M., J. ve Greenbowe, T., J., 1997. Students' Misconceptions in Electrochemistry: Current Flow in Electrolyte Solution and Salt Bridge, Journal of Chemical Education, 74, 819-823.
- Schank, R., C., 1994. Active Learning Through Multimedia, IEEE Multimedia, 1, 1, 69-78.
- Sevim, S., 2007. Çözeltiler ve Kimyasal Bağlanma Konularına Yönelik Kavramsal Değişim Metinleri Geliştirilmesi ve Uygulanması, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Sezgin, E ve Köymen, Ü., 2002. İkili Kodlama Kuramına Dayalı Olarak Hazırlanan Multimedya Ders Yazılımının Fen Bilgisi Öğretiminde Akademik Başarıya Etkisi, Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 4, 137.
- Sırabaşı, A., 2006. Bilgisayar Destekli Öğretimin Lise Öğrencilerinin Asit-Baz ve ph Konusunun Öğrenmedeki Başarılarına ve Kimyaya Karşı Olan Tutumlarına Etkisinin Geleneksel Yöntemle Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sönmez, V. (Ed). 2003. Öğretmenlik Mesleğine Giriş, Anı Yayıncılık, Ankara.
- Stout, R., 2000. The Chemical Projects: Connecting General Chemistry to Student's Lives, Journal of Chemical Education, 77, 10, 1301-1302.
- Sungur, S., Tekkaya, C. ve Geban, Ö., 2001. The Contribution of Conceptual Change Texts Accompanied by Concept Mapping to Students' Understanding of The Human Circulatory System, School Science and Mathematics, 101, 2, 91-101.
- Şahin, Ç., 2010. İlköğretim 8. Sınıf "Kuvvet ve Hareket" Ünitesinde "Zenginleştirilmiş 5e Öğretim Modeli"ne Göre Rehber Materyaller Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Şahin, Ç., Çalık, M. ve Çepni, S., 2009. Using Different Conceptual Change Methods Embedded Within 5E Model: A Sample Teaching of Liquid Pressure, Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies, 1, 3, 115-125.
- 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.
- Şeniş, B., F., 1991. Bilgisayar Destekli Eğitim Yazılımlarında Standart Sorunu, Anadolu Üniversitesi Eğitim Eğitim Teknolojisi ve Bilgisayar Destekli Eğitim 1 Sempozyumu, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

- Taber, K. S., 1995. Development of Student Understanding: A Case Study of Stability and Liability in Cognitive Structure, Research in Science and Technological Education, 13, 1, 87-97.
- Tasker, R. ve Dalton, R., 2006. Visualisation of The Molecular Word Using Animation, Chemistry Education Research and Practice, 7, 2, 141-159.
- Taş, E., 2006. Web Tasarımlı Bir Fen Bilgisi Materyalinin Geliştirilmesi, Uygulanması ve Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Tatlı, Z., 2011. Ortaöğretim 9. Sınıf Kimyasal Değişimler Ünitesine Yönelik Sanal Kimya Laboratuvarı Deneylerinin Geliştirilmesi, Uygulanması ve Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Tavşancıl, E., 2002. Tutumların Ölçülmesi ve SPSS ile Veri Analizi, Nobel Yayınları, Ankara.
- Tezcan, H. ve Erçoklu, H., F., 2010. Geleneksel Anlatım ve Yapılandırıcı Yaklaşımın Radyoaktivite Öğretiminde Başarıya Etkilerinin Karşılaştırılması ve İlgili Yanlış Kavramların Giderilmesindeki Etkileri, Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 8, 1, 201-225.
- Tezcan, H. ve Günay, S., 2003. Lise Kimya Öğretiminde Laboratuvar Kullanımına İlişkin Öğretmen Görüşleri, Milli Eğitim Dergisi, 159, 195-201.
- Tezcan, H., Yılmaz, Ü. ve Babaoğlu, M., 2002. Radyoaktivite Öğretiminde İşbirlikçi Öğrenme Yöntemi ile Geleneksel Öğretim Yönteminin Başarıya Etkisi, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 17, 55-68.
- Thiele, R., B. ve Treagust, D., F., 1994. An Examination of High School Chemistry Teachers' Analogical Explanations, Journal of Research in Science Teaching, 31, 3, 227-242.
- Toka, Y. ve Aşkar, P., 2002. The Effect of Cognitive Conflict and Conceptual Change Text on Students' Achievement Related to First Degree Equations With One Unknown, Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi, 23, 211, 217.
- Treagust, D., F. ve Chandrasegaran, A., L., 2007. The Taiwan National Science Concept Learning Study in an International Perspective, International Journal of Science Education, 29, 4, 391-403.
- Treagust, D., F., 1988. Development and Use of Diagnostic Tests to Evaluate Students' Misconceptions in Science, International Journal of Science Education, 10, 2, 159-169.
- Treagust, D., F., Harrison, A., G. ve Venville, G., J., 1996. Using and Analogical Teaching Approach to Engender Conceptual Change, International Journal of Science Education, 18, 2, 213-229.

- Trey, L. ve Khan, S., 2008. How Science Students can Learn about Unobservable Phenomena Using Computer-Based Analogies, Computer and Education, 51, 2, 519-529.
- Tsai, C., C., 1999. Overcoming Junior Hig School Students' Misconceptions About Microscopic Views of Phase Change: A study of on Analogy Activity, Journal of Science Education and Technology, 8, 1, 83-91.
- Turgut, M., F. ve Y. Baykul, 1992. Ölçekleme Teknikleri, ÖSYM Yayınları Yayın Dağıtım, Ankara.
- Türk, F. ve Çalık, M., 2008. Using Different Conceptual Change Methods Embedded within 5E Model: A Sample Teaching of Endothermic- Exothermic Reactions, Asia Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 9, 1, 1-10.
- Türkan, S., 2010. 7. Sınıf Öğrencilerinin Yaşamımızdaki Elektrik Ünitesindeki Akademik Başarılarına, Fen ve Teknoloji Dersine Karşı Tutumlarına Animasyonun Etkisinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- URL-1. http://timssandpirls.bc.edu/timss1999i/science_achievement_report.html (TIMSS-R) International TIMSS, 1999 Science Report. 16 Mart 2009.
- URL-2. http://maycalistaylari.comu.edu.tr/calistay2009/sunumlar/danisman/bilal_gunes_radyoaktif_bozunma_fizik.pdf. 3 Ocak 2009.
- URL-3. <http://www.taek.gov.tr/>. 20 Aralık 2009.
- URL-4. <http://www.furrryeelephant.com/> 18 Şubat 2009.
- URL5. <http://dergi.omu.edu.tr/index.php/EDUCATION/article/view/1310>. 1 Mart 2010.
- URL-6. http://www.tebd.gazi.edu.tr/arsiv/2005_cilt3/sayi_2/133-151.pdf?ref=Sex%C5%9Ehop.Com 17 Nisan 2010.
- URL-7. <http://yehha.org/72570/facebook.com/yenilenebilir-enerji-kaynaklar-animasyonu.html>. 18 Ocak 2009.
- URL-8. <http://pisavetimsssinavlarlari.wordpress.com/2011/08/17/pisa-2009-sonuclari-fen-okuryazarligi/> 29 Ekim 2011.
- Uzuntiryaki, E., Çakır, Ö., S. ve Geban, Ö., 2001. Kavram Haritaları Ve Kavramsal Değişim Metinlerinin Öğrencilerin Asit Bazlar Konusundaki Kavram Yanılgılarının Giderilmesine Etkisi, Yeni Binyılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Ünal, S., 2007. Kimyasal Bağlar Konusunun Öğretiminde Yeni Bir Yaklaşım: BDÖ ve KDM'nin Birlikte Kullanımının Kavramsal Değişime Etkisi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Ünal, S., Coştu, B. ve Karataş, F.Ö., 2004. Türkiye’de Fen Bilimleri Alanındaki Program Geliştirme Çalışmalarına Genel Bakış, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24, 2, 183-202.
- Vaiyapuri R., P. ve Rajasekar, S., 2007. Development Of A Test To Measure Computer Knowledge Of Higher Secondary Teachers, Experiments in Education, 35,7.
- Vermaat, J., H., Kramers-Pals, H. ve Schank, P., 2003. The Use of Animations in Chemical Education, Paper presented at the International Convention of the Association for Education Communications and Technology, October 22-26, Anaheim, CA, USA.
- Vincent, D., Cansel, D. ve Miligan, J., 2008. Will It Float?, Science and Children, 36-39.
- Vural, N., 2005. Lise II. Sınıf Kimya Dersi Kimyasal Reaksiyonlar Konusunda Analoji ve Modellerin Kullanımı ve Bunların Sonuçlarının Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Webb, M., J., 1985. Analogies and Limitations, School Science and Mathematics, 85, 8, 645-650.
- Weerawardhana, A., 2003. Developing Conceptual Understanding of Chemical Equilibrium Through the Use of Computer-Based Visualization Software, 9 th International Conference on Sri Lanka Studies, 28-30 November, Matar, Sri Lanka.
- White, R. ve Gunstone, R., 1992. Probing Understanding, Falmer Press, London.
- White, R., T., 1988. Learning Science, Basil Blackwell Ltd. Oxford, UK.
- Wiley, J., 2001. Differential Effects on the Achievement of Males and Females of Teaching The Particulate Nature of Chemistry, Journal of Research in Science Teaching, 39, 10, 911-927.
- Williams, D., H., 1995. Successes And Techniques Associated With Teaching The Chemistry of Radioactive Wastes, Journal of Chemical Education, 72, 11, 971-973.
- Wittrock, M., C., 1992. Generation Learning Processes of the Brain, Educational Psychologist, 27, 4, 531-541.
- Wu, Hsin Kai, Krajcik, J., S. ve Soloway, E., 2001. Promoting Understanding of Chemistry Representations: Students’ Use of a Visualization Tool in the Classroom, Journal of Research in Science Teaching, 38, 7, 821-842.
- 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., Kılıç, Z., 2005. Öğrencilerin Yanlış Kavramaları ve Ders Kitaplarının Yanlış Kavramalara Etkisi Örnek Konu: Radyoaktivite, G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 25, 3, 125-141.
- Yang, E., Andre, T. ve Greenbowe, T., 2003. Spatial Ability and the Impact of Visualization/Animation on Learning Electrochemistry, Journal of Science Education, 25, 3, 329-349.
- Yanpar, T. ve Yıldırım, S., 1999. Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme, Anı Yayıncılık, Ankara.
- Yenice, N., 2003. Bilgisayar Destekli Fen Bilgisi Öğretiminin Öğrencilerin Fen ve Bilgisayar Tutumlarına Etkisi, The Turkish Online Journal of Educational Technology, 2, 4.
- Yenice, N., Sümer, Ş., Oktaylar, H., C. ve Erbil E., 2003. Fen Bilgisi Derslerinde Bilgisayar Destekli Öğretimin Dersin Hedeflerine Ulaşma Düzeyine Etkisi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24, 152-158.
- Yeşilyurt, S. ve Gül, Ş., 2011. Ortaöğretim Öğrencilerinin Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum ve Görüşleri (Erzurum Örneği), Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 12, 1, 185-203.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H., 2005. Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri, 5. Baskı, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Yıldırım, N., 2009. Kimyasal Denge Konusu ile İlgili Materyal Geliştirilmesi, Uygulanması ve Sonuçlarının Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yıldırım, S., 1995. Effects of Computer Assisted Intruction and Worksheet Study on Students' Chemistry Achievement and Attitudes Toward Chemistry at High School Level, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Yılmaz, H., Huyugüzel Çavaş, P., 2006. 4-E Öğrenme Döngüsü Yönteminin Öğrencilerin Elektrik Konusunu Anlamalarına Olan Etkisi, Türk Fen Eğitimi Dergisi, 3, 1.
- Yılmaz, M. ve Saka, A., Z., 2005. Bilgisayar Destekli Fizik Öğretiminde Çalışma Yapraklarına Dayalı Materyal Geliştirme ve Uygulama, The Turkish Online Journal of Educational Technology, 4, 3, 120-131.
- Yılmaz, Ö., Tekkaya, C., Geban, Ö., ve Özden, Y., 1999. Lise-1. Sınıf Öğrencilerinin Hücre Bölünmesi Ünitesindeki Kavram Yanılgılarının Tespiti ve Giderilmesi, III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, K.T.Ü., Trabzon.
- Yiğit, N. ve Akdeniz, A., R. 2003. Fizik Öğretiminde Bilgisayar Destekli Etkinliklerin Öğrenci Kazanımları Üzerine Etkisi: Elektrik Devreleri Örneği, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23, 3, 99- 113.
- Yin, R., 1994. Case Study Research: Design and Methods, Sage Publishing, USA.

Yürük, N. ve Geban, Ö., 2001. Conceptual Change Text: A supplementary Material to Facilitate Conceptual Change in Electrochemical Cell Concepts, Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, March, St. Louis, MO.

8. EKLER

Ekler bölümünde yer alan bilgiler tez kapağına ilıştirilen CD’de yer almaktadır.

ÖZGEÇMİŞ

01.03.1980 tarihinde Giresun'un Görele ilçesinde doğdu. Araştırmacı ilköğrenimini Görele Mimar Sinan İlkokulu'nda ve Görele Ortaokulu'nda, ortaöğrenimini Trabzon Yomra Fen Lisesi'nde tamamladı. 1998 yılında girdiği Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği programından 2003 yılında mezun oldu. Aynı yıl KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Kimya Eğitimi Anabilim Dalında Tezli Yüksek Lisans İngilizce Hazırlık Programı'na başladı. 2004 yılında bu programı tamamladı. 2003-2005 yılları arasında Karadeniz Lider Dershaneleri'nde Kimya Öğretmeni, 2005-2006 yılları arasında ise Eczacıbaşı İlaç Pazarlama İstanbul Anadolu Yakası Ürün Tanıtım Sorumlusu olarak görev yaptı. Araştırmacı, 2006 yılında Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü Kimya Eğitimi Anabilim Dalında direkt doktora programına geçiş yaptı. Ayrıca araştırmacı 2010-2011 bahar yarıyılında Giresun Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı'nda Genel Kimya IV (Organik Kimya) ve Sınıf Öğretmenliği Programı'nda Genel Kimya derslerini yürütmüştür. Evli olan araştırmacının yabancı dili İngilizce'dir.