

**DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI  
SINIF ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI**

**SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ GÜNLÜK HAYATTA  
NÜKLEER KONUSU İLE İLGİLİ KAVRAMSAL  
ANLAYIŞLARININ İNCELENMESİ**

**Cengiz BAŞAR  
Doktora Tezi**

**Tez Danışmanı  
Yrd. Doç. Dr. Ali Rıza ŞEKERCİ**

**Kütahya, 2016**

## Yemin Metni

Doktora tezi olarak sunduğum “Sınıf Öğretmeni Adaylarının Günlük Hayatta Nükleer Kimya Konusu ile İlgili Kavramsal Anlayışlarının İncelenmesi” adlı çalışmamın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım kaynakların “Kaynaklar” bölümünde gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

.../...../.....

## Kabul ve Onay

Cengiz BAŞAR'ın doktora tezi olarak hazırladığı “Sınıf öğretmeni adaylarının günlük hayatta nükleer konusu ile ilgili kavramsal anlayışlarının incelenmesi” başlıklı bu çalışma, jürimizce incelenip lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek oy birliğiyle/oy çokluğuyla kabul edilmiştir.

...../...../.....

**Yrd. Doç. Dr. Ali Rıza ŞEKERCİ (Danışman)**

\_\_\_\_\_

**Prof. Dr. Ersin KIVRAK**

\_\_\_\_\_

**Doç. Dr. Nil DUBAN**

\_\_\_\_\_

**Doç. Dr. Devrim TARHAN**

\_\_\_\_\_

**Yrd. Doç. Dr. İsmail KENAR**

\_\_\_\_\_

Doç. Dr. Baykal BİÇER  
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## İçindekiler

### Sayfa

|  |     |
|--|-----|
| Yemin Metni .....  | i   |
| Kabul ve Onay.....   | ii  |
| İçindekiler .....  | iii |
| Şekiller Dizini .....  | vi  |
| Tablolar Dizini .....  | vii |
| Simgeler ve Kısaltmalar .....  | ix  |
| Özet .....   | x   |
| Abstract .....   | xi  |
| Birinci Bölüm.....   | 1   |
| Giriş.....   | 1   |
| Kavramsal Çerçeve.....   | 2   |
| Kavramlar .....  | 2   |
| Kavram nedir? .....  | 3   |
| Kavramların yapısı.....  | 4   |
| Klasik teori .....   | 4   |
| Prototip teori .....   | 4   |
| Teori teorisi .....  | 5   |
| Kavramsal atomizm (Conceptual atomism).....  | 5   |
| Kavramsal çoğulculuk.....  | 5   |
| Kavramsal dışlayıcılık.....  | 5   |
| Kavram Gelişim Süreçleri.....  | 6   |
| Kavramların özellikleri .....  | 7   |
| Kavramların sınıflandırılması .....  | 8   |
| Kavram öğretiminin gerekçeleri .....   | 8   |
| Kavram yanlışları .....  | 10  |
| Kavram yanlışlarının ifade edilmesinde kullanılan terimler .....                             | 12  |
| Kavram yanlışlarının özellikleri .....   | 12  |
| Kavram yanlışlarının türleri .....   | 14  |
| Kavram yanlışlarının nedenleri .....   | 16  |
| Kavram yanlışlarının tespiti .....   | 18  |
| Mülakatlar .....   | 19  |
| Tanı testleri.....   | 19  |
| Günlük hayatta nükleer konusu ile ilgili çalışmalar.....                                     | 27  |
| Ülkemiz zorunlu eğitiminde günlük hayatta nükleer konusunun yeri .....                       | 38  |
| Sınıf öğretmeni kimdir ve neden önemlidir? .....   | 42  |
| Sınıf öğretmenlerinin sahip olması gereken özellikler nelerdir? .....                        | 45  |
| Sınıf öğretmeni yetiştirme sistemi .....   | 49  |
| Ülkemiz sınıf öğretmenliği lisans programlarında günlük hayatta nükleer konusunun yeri ..... | 53  |
| Öğrenim değerlendirmeleri ve tanı testleri .....   | 54  |
| Problem Durumu .....   | 57  |
| Araştırmanın Amacı ve Önemi.....   | 59  |
| Problem Cümlesi .....  | 61  |
| Alt problemler .....   | 61  |
| Sınırlılıklar.....   | 61  |
| Sayılıtlar .....   | 62  |

|  |     |
|--|-----|
| İkinci Bölüm .....   | 63  |
| Yöntem.....  | 63  |
| Araştırma Deseni .....   | 63  |
| Çalışma Grubu.....   | 63  |
| Veri Toplama Aracı.....  | 64  |
| Çoktan seçmeli GHNKTT'nin geliştirilmesi .....                   | 64  |
| GHNK'nun içeriğinin belirlenmesi.....                            | 66  |
| GHNK'nda öğrencilerin kavram yanlışlarının incelenmesi .....     | 71  |
| İki aşamalı testin oluşturulması.....                            | 72  |
| Üç aşamalı testinin (GHNKTT) geliştirilmesi .....                | 74  |
| Verilerin Analizi.....   | 78  |
| Üçüncü Bölüm .....   | 80  |
| Bulgular.....  | 80  |
| GHNKTT Maddelerine Ait Betimsel (Descriptive) Bulgular .....     | 80  |
| Nükleer radyasyon etkileşimleri .....                            | 80  |
| Madde 15.....  | 80  |
| Madde 16.....  | 82  |
| Madde 17.....  | 83  |
| Nükleer radyasyon ve terminoloji.....                            | 85  |
| Madde 02.....  | 85  |
| Madde 04.....  | 87  |
| Madde 05.....  | 88  |
| Madde 10.....  | 90  |
| Madde 11.....  | 92  |
| Doğal radyasyon .....  | 93  |
| Madde 01.....  | 93  |
| Madde 03.....  | 95  |
| Radyoaktif kirlilik ve sigara.....                               | 96  |
| Madde 08.....  | 96  |
| Madde 12.....  | 98  |
| Nükleer enerji ve tıp.....                                       | 100 |
| Madde 07.....  | 100 |
| Madde 09.....  | 101 |
| Madde 14.....  | 103 |
| Yapay radyasyon ve Radon.....                                    | 105 |
| Madde 06.....  | 105 |
| Madde 13.....  | 107 |
| GHNKTT'nden Elde Edilen Kavram Yanlışları .....                  | 108 |
| Cinsiyet Değişkenine Yönelik Bulgular .....                      | 112 |
| GHNK Bilgi Kaynağı Değişkenine Göre Bulgular .....               | 114 |
| Sınıf Değişkenine Yönelik Bulgular .....                         | 115 |
| GHNKTT'nin Üçüncü Aşamasına Yönelik Bulgular .....               | 116 |
| Dördüncü Bölüm.....  | 120 |
| Sonuç Tartışma ve Öneriler .....                                 | 120 |
| Sonuç ve Tartışma .....  | 120 |
| Nükleer konusuna ilişkin kavram yanlışları .....                 | 120 |
| Emin olma derecesi.....  | 125 |
| Cinsiyet değişkenine göre GHNK kavramsal anlayışı.....           | 126 |
| GHNK bilgi kaynağı değişkenine göre GHNK kavramsal anlayışı..... | 126 |
| Sınıf değişkenine göre GHNK kavramsal anlayışı .....             | 127 |

|                |     |
|----------------|-----|
| Öneriler.....  | 127 |
| Kaynaklar..... | 129 |
| Ekler.....     | 151 |
| Özgeçmiş.....  | 154 |



## Şekiller Dizini

### Sayfa

|   |     |
|---|-----|
| Şekil 1. İki aşamalı çoktan seçmeli tanı testlerinin geliştirilmesi ..... | 24  |
| Şekil 2. GHNKTT yapısal oluşturma şeması.....                             | 65  |
| Şekil 3. GHNK için geliştirilmiş kavram haritası .....                    | 70  |
| Şekil 4. GHNKTT emin olma derecesi ortalamaları.....                      | 118 |



## Tablolar Dizini

### Sayfa

|   |     |
|---|-----|
| Tablo 1. İki aşamalı kavram testlerinin yapısı .....  | 21  |
| Tablo 2. Bir öğrencinin her bir cevabı için emin olma derecesi (ED) matrisi .....   | 26  |
| Tablo 3. Bir grup öğrencinin belli bir soruya verdikleri cevaplar için emin olma derecesi (ED) matrisi .....                    | 26  |
| Tablo 4. 7, 8, 9 ve 10. sınıf öğretim programlarında GHNK ile ilgili kazanımlar   | 39  |
| Tablo 5. 11. sınıf fizik ve kimya dersi öğretim programlarında GHNK ile ilgili kazanımlar .....                                 | 40  |
| Tablo 6. 12. sınıf fizik ve kimya dersi öğretim programlarında GHNK ile ilgili kazanımlar .....                                 | 41  |
| Tablo 7. Sınıf öğretmenliği lisans programı .....   | 51  |
| Tablo 8. Çalışma grubunu meydana getiren sınıf öğretmeni adaylarının demografik özellikleri.....                                | 63  |
| Tablo 9. Günlük hayatta nükleer konusu (GHNK) bilgi önermeleri .....  | 66  |
| Tablo 10. GHNKTT Sorularıyla ilgili bilgi önermeleri .....  | 73  |
| Tablo 11. GHNKTT güçlük ve ayıt edicilik indeksleri (38 Madde).....   | 75  |
| Tablo 12. GHNKTT güçlük ve ayıt edicilik indeksleri (17 Madde).....   | 76  |
| Tablo 13. GHNKTT'nin Cronbach alpha değerleri ile güvenilirliği.....  | 77  |
| Tablo 14. GHNKTT faktör analizi (döndürülmüş temel bileşenler analizi) faktör yük değerleri .....                               | 77  |
| Tablo 15. GHNKTT faktör analizi sonucunda belirlenen yapılar (faktörler) .....  | 78  |
| Tablo 16. On beşinci maddeye verilen cevapların dağılımı.....   | 81  |
| Tablo 17. On altıncı maddeye verilen cevapların dağılımı .....  | 82  |
| Tablo 18. On yedinci maddeye verilen cevapların dağılımı .....  | 84  |
| Tablo 19. İkinci maddeye verilen cevapların dağılımı.....   | 86  |
| Tablo 20. Dördüncü maddeye verilen cevapların dağılımı .....  | 87  |
| Tablo 21. Beşinci maddeye verilen cevapların dağılımı .....   | 89  |
| Tablo 22. Onuncu maddeye verilen cevapların dağılımı .....  | 91  |
| Tablo 23. On birinci maddeye verilen cevapların dağılımı.....   | 93  |
| Tablo 24. Birinci maddeye verilen cevapların dağılımı.....  | 94  |
| Tablo 25. Üçüncü maddeye verilen cevapların dağılımı .....  | 96  |
| Tablo 26. Sekizinci maddeye verilen cevapların dağılımı .....   | 97  |
| Tablo 27. On ikinci maddeye verilen cevapların dağılımı .....   | 99  |
| Tablo 28. Yedinci maddeye verilen cevapların dağılımı .....   | 101 |
| Tablo 29. Dokuzuncu maddeye verilen cevapların dağılımı .....   | 102 |
| Tablo 30. On dördüncü maddeye verilen cevapların dağılımı .....   | 104 |
| Tablo 31. Altıncı maddeye verilen cevapların dağılımı .....   | 106 |
| Tablo 32. On üçüncü maddeye verilen cevapların dağılımı .....   | 108 |
| Tablo 33. Maddelerin birinci basamaklarında tespit edilen kavram Yanılgıları.   | 109 |
| Tablo 34. Maddelerin ikinci basamaklarında tespit edilen kavram yanılgıları ...   | 110 |
| Tablo 35. Sınıf öğretmeni adaylarının GHNKTT genel yüzde oranları .....   | 112 |
| Tablo 36. Sınıf öğretmeni adaylarının erkek ve kız gruplarının çarpıklık katsayısı, standart hatası ve z çarpıklık değeri ..... | 113 |
| Tablo 37. GHNKTT nin puanlarının cinsiyete göre bağımsız t-tesisi sonuçları ...   | 113 |



|   |     |
|---|-----|
| Tablo 38. Sınıf öğretmeni adaylarının GHNK bilgi kaynaklarına göre çarpıklık katsayısı, standart hatası ve z çarpıklık değeri .....         | 114 |
| Tablo 39. GHNKTT puanlarının nükleer kimya konusu bilgi kaynaklarına göre tek yönlü ANOVA bulguları .....                                   | 115 |
| Tablo 40. Sınıf öğretmeni adaylarının bölümlerinde buldukları yıllara göre çarpıklık katsayısı, standart hatası ve z çarpıklık değeri ..... | 115 |
| Tablo 41. GHNKTT Puanlarının Sınıf Değişkenine Göre ANOVA Sonuçları..   | 115 |
| Tablo 42. GHNKTT'nin soru bazında sınıf değişkenine göre ED ortalama ve standart sapma değerleri .....                                      | 116 |
| Tablo 43. GHNKTT Soruları ED Ortalamaları.....  | 117 |



## Simgeler ve Kısaltmalar

### Simgeler

f: Frekans

% : Yüzde

z<sub>ç</sub>: z çarpıklık değeri

ÇK: Çarpıklık Katsayısı

SH<sub>ç</sub>: Çarpıklık Katsayısının Standart Hatası

n: Öğrenci Sayısı

sd: Serbestlik Derecesi

p: Anlamlılık Düzeyi

vb.: ve benzeri

$\bar{X}$ : Ortalama

ss: standard sapma

$\eta^2$  (eta kare): Etki büyüklüğü

### Kısaltmalar

GHNK: Günlük Hayat Nükleer Konusu

GHNKTT: Günlük Hayat Nükleer Konusu Tanı Testi

ED: Emin Olma Derecesi

KTT: Kavram Tanı Testi

TKK: Talim ve Terbiye Kurulu

YÖK: Yüksek Öğretim Kurulu

## Özet

### Sınıf Öğretmeni Adaylarının Günlük Hayatta Nükleer Konusu İle İlgili Kavramsal Anlayışlarının İncelenmesi

Bu araştırmanın amacı, sınıf öğretmeni adaylarının günlük hayatta nükleer konusu (GHNK) ile ilgili kavram yanılgılarını belirlemek ve “cinsiyet”, “sınıf” ve “GHNK bilgi kaynağı” değişkenlerinin sınıf öğretmeni adaylarının GHNK ile ilgili kavramsal anlayışlarına etkisini incelemektir.

Çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden tarama modeli kullanılmıştır. Çalışma grubunu, 2015-2016 eğitim yılı güz döneminde Dumlupınar Üniversitesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi ve Pamukkale Üniversitesi Sınıf Öğretmenliği Programı’nda öğrenim gören 250 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışma grubu kolay ulaşılabilir örneklem yöntemiyle oluşturulmuştur.

Çalışmada sınıf öğretmen adaylarının günlük hayatta nükleer konusu ile ilgili kavram yanılgılarını belirlemek için üç aşamalı bir tanı testi geliştirilmiştir. Günlük hayatta nükleer konusu tanı testinin (GHNKTT) geliştirilmesinde betimsel analizlerden istifade edilmiştir. GHNKTT’den elde edilen verilerin analizinde ise betimsel istatistiksel değerler, bağımsız örneklem için t-testi ve bağımsız örneklem tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır.

Çalışmanın bulguları, sınıf öğretmeni adaylarının GHNK ile ilgili birçok eksik ve yanlış düşünce ve inancı ortaya koymuştur. Tespit edilen kavram yanılgılarının büyük çoğunluğu literatürde ilgili çalışmalarda tespit edilmiş bulgularla benzerlik göstermiştir. Tespit edilen bazı kavram yanılgılarına ilgili literatürde rastlanmadığı için bu çalışmaya ait olduğu düşünülmektedir. Sınıf öğretmeni adaylarının GHNK ile ilgili kavramsal anlayışlarında “cinsiyet” ve “GHNK bilgi kaynakları” değişkenlerinin istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır. Diğer taraftan sınıf öğretmeni adaylarının GHNK ile ilgili kavramsal anlayışlarına sınıf değişkeninin istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu görülmüştür. Analiz sonuçları dördüncü sınıf sınıf öğretmeni adaylarının diğer sınıflardaki sınıf öğretmeni adaylarına göre, günlük hayatta nükleer konusunda bilimsel açıdan daha doğru bir kavramsal anlayışa sahip olduklarını göstermiştir.

Bunlara ek olarak GHNKTT’inde, emin olma derecesi (ED) olarak adlandırılan üçüncü aşama hesaba katıldığında tespit edilen kavram yanılgılarının sayısında bir azalma görülmüştür. Bundan dolayı, üç aşamalı çoktan seçmeli tanı testlerinin (KTT) iki aşamalı çoktan seçmeli tanı testlerinden daha seçici ve belirleyici olduğu söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Kavram yanılgısı, nükleer konusu, sınıf öğretmenleri, öğretmen adayları, tanı testi, üç aşamalı.

## Abstract

### **An Investigation of Preservice Elementary Teachers' Conceptual Understanding about Nuclear Topics in Everyday Life**

The aim of this research is to determine the misconceptions of elementary pre-service teachers about nuclear topics in everyday life (NTEL) and to investigate the effects of the variables of “sex”, “year” and “information sources about NTEL” on elementary pre-service teachers’ conceptual understanding related to NTEL.

In this research, among qualitative research methods, survey research method was used. 250 students who were attending Elementary Education Programs of Afyon Kocatepe University, Dumlupinar University and Pamukkale University constituted the research sample. The research sample was formed by convenient sampling method.

A three-tier diagnostic test was developed to determine the elementary pre-service teachers’ misconceptions about the nuclear topics in everyday life. Descriptive statistics was made used of for the development of nuclear topics in everyday life diagnostic test (NTELDT). For the analysis of the data obtained from the NTELDT, descriptive statistical figures, independent sample t-test and the one-way analysis of variance (ANOVA) for independent groups were used.

The data of the research attested that elementary pre-service teachers had many deficient and faulty believes and thoughts. Large majority of the identified misconceptions had similarities with the results obtained in the other related researches in the literature. Some identified misconceptions are thought to belong to this research due to the fact that they were not found in the related literature. It was concluded that the variables of “sex” and “information sources about NTEL” had no statistically significant effects on elementary pre-service teachers’ conceptual understandings of NTEL. On the other hand, it was seen that the “year” variable had a statistically significant effect on elementary pre-service teachers’ conceptual understandings about NTEL. Comparing to the elementary pre-service teachers of the other years, the results of the analysis showed that the fourth year elementary pre-service teachers, from the scientific perspective, had more accurate conceptual understanding.

In addition to those, when taking the third tier named as “certainty response index” (CRI) into account, a decrease in the number of the identified misconceptions was observed. Therefore, it can be said that multiple choice three-tier diagnostic tests are more selective and deterministic than multiple choice two-tier diagnostic tests.

**Key Words:** Diagnostic test, elementary teachers, misconceptions, nuclear topics, pre-service teachers, three-tier.

## **Birinci Bölüm**

### **Giriş**

Sosyal bir varlık olarak tanımlanan insan her zaman çevresiyle etkileşim içinde, doğadaki olayları anlama ve manipüle edebilme çabası içinde olmuştur. Bu gayret ve çaba birçok bilim dalı ve beraberinde ilgili teknolojilerinin doğmasına ve hızla gelişmesine yol açmıştır (Martin, Sexton ve Franklin, 2008).

Pozitif bilimler, hayatın her alanında özellikle gelişmiş fen ve teknoloji marifetiyle insan yaşamındaki problem ve sorulara ürettiği kolaylaştırıcı, hızlı, rahat, uygulanabilir, verimli çözüm önerileri ve ürünlerinden dolayı çok önemli bir hale gelmiştir. Bu ekonomik etkenlerle de birleşince eğitimde de pozitif bilimlerin diğer disiplinlerden hiyerarşik olarak üste çıkmasına sebep olmuştur (Robinson, 2006).

Henri Becquerel'in 1896'da radyoaktiviteyi keşfetmesi bilim dünyasında atom çekirdeği ile ilgili çalışmalara ivme kazandırmış ve insanoğlu daha 20. yüzyılın ortalarında atomun çekirdeğindeki saklı enerjiyi kullanabilecek seviyeye gelmiştir. Özellikle enerji konusunda ilgi çeken nükleer konuları hızla gelişerek birçok bilim dalında kendisine yer edinmiş, alt branşların ortaya çıkmasına ve cevaplanamamış birçok sorunun açıklanmasına yardımcı olmuştur (Loveland, Morrisey ve Seaburg, 2001).

Nükleer bilim nükleer fizik ve nükleer kimyayı kapsayan, temel olarak radyoaktiflik (ışın-etkinlik), çekirdek tepkimeleri, çekirdek özellikleri ve teknolojik uygulamalarını inceleyen bir bilim dalıdır. Günlük hayatta tıp başta olmak üzere birçok alanda insanoğluna kazandırdığı faydalı uygulama ve ürünleriyle kendisini hissettirmektedir (Loveland, Morrisey ve Seaburg, 2001).

Radyoaktif bir dünyada yaşadığımız ve yeryüzünde yaşayan bütün canlılar gibi hayatımızın başlangıcından sonuna kadar doğal radyasyona maruz kaldığımız bilimsel bir gerçektir (Demirel, 2013). Buna ek olarak insanların günlük hayatta birçok bilim dalının teknolojik ürünlerini kullanarak ekstra (nükleer) radyasyona

maruz kaldıkları da bilinmektedir (Matis, 2003). Fakat fen bilim okuryazarlığı seviyesine bağılı olarak nükleer konusunun günlük hayattaki izdüşümlerinin gerçek doğası dil, din, kültür ve diğere birçok ögenin etkisi ile çoğu zaman olduğundan farklı şekillerde anlaşılmış ve algılanmıştır (Yalçın, 2003). Öte yandan, insanların eğitim ve bilinçlenme yoluyla maruz kaldıkları bu radyasyonu azaltabileceğine de inanılmaktadır (Hutchison ve Hutchison, 1997). Buda günlük hayatta nükleer konusunda yeterli derecede okur-yazar olmanın önemine dikkat çekmektedir.

## **Kavramsal Çerçeve**

### **Kavramlar**

Kavramlar soyut veya somut varlık ve düşüncelerin karakteristik hususiyetleri veya ayırt edici özelliklerine göre gruplandırıldığında gruplara verilen adlardır (Gürlek, 2002). Yağbasan ve Gülçiçek (2003) ise kavramları canlı, olay, nesne ve düşünce gruplarının isimleri olarak tanımlamaktadır. En basit şekliyle bitki, hayvan, meyve, sebze, masa ve sandalye gibi bir kelimeyle bile ifade edilebilen kavramlar zihni betimlemeler gibidir. Basit kavramlar birlikte kullanılarak daha karmaşık kavramları oluşturmada kullanılmaktadır, kuşlar uçar, balıklar yüzer gibi (Carey, 2000). Birim hacme düşen madde miktarının öz kütle olarak tanımlanmasında olduğu gibi bazen de iki veya daha çok kavram (kütle ve hacim) birleştirilerek üçüncü bir kavram oluşturulabilir (burada öz kütle başlı başına bir kavram olmasına rağmen kütle ve hacim kavramları üzerinde durmaktadır (Martin ve diğ., 2008). Yay teorisi, doğal seleksiyon gibi dil yoluyla üretilen kısa birkaç terim çok daha karmaşık fikirleri temsil edebilmesine yardımcı olan kavramlardır. Görüldüğü gibi kavramlar çok daha karmaşık fikirlerin hatta soyut yapıların temsillerinin dahi oluşturulmasında ve açıklamalarında yapı taşı olarak kullanılmaktadır. Belli kavramsal çerçevelerin dışında kavramlar ontolojik kategorilere benzer, kendi adları altındaki varlıkları sembolize ederler (Zirbel, 2004).

### ***Kavram nedir?***

Kavramların varlığı ile ilgili (ontolojik olarak) başlıca üç yaklaşım vardır, bunlar; zihni temsiller olarak kavramlar, beceriler olarak kavramlar ve Ferege'in anlamsal yaklaşımıdır.

#### *Zihinsel temsiller olarak kavramlar*

Bu görüşü benimseyen bilim insanları, kavramları zihnimizde oluşturulmuş temsiller olarak kabul ederler (Hayes Roth, 1971). Zihinsel bir yapıya sahip olan bu temsillerde (kavramlar) daha basit ve dâhili alt temsillerden meydana geldiğine inanılmaktadır. Kavramlar psikolojik birimlerdir ve düşünme zihinde bulunan temsiller sistemi içinde gerçekleşir. İnanışlar, arzular ve önermesel tutumlar bu sisteme zihinsel semboller olarak girerek işlem görür. Bu görüşte kavramlar düşüncelerin üretkenliği açısından büyük önem taşır (Margolis ve Laurence, 1999).

#### *Beceriler olarak kavramlar*

Bu görüşün savunucularına göre kavramlar ne zihinsel temsiller ne de düşünce dilinde kelime benzeri birimlerdir. Kavramlar daha çok bilişsel etmenlere özgü beceriler olarak tanımlanır. Örneğin kedi kavramı, kedileri kedi olmayan diğer varlıklardan ayırabilme ve kedilerle alakalı mantıklı çıkarımlar yapabilme becerisi olarak tarif edilmektedir (Parthemore, 2010).

#### *Frege'in algısal yaklaşımı*

Bu yaklaşımda kavramların algılar (senses) olduğu kabul edilir. Ayrıca kavramlar soyut varlıklardır ve önermelerin yapı taşlarıdır. Bu görüşün taraftarlarına göre düşünce ve dil bir tarafta, imgelenen şey diğer tarafta olmak üzere kavramlar bu ikisi arasında arabuluculuk yapar. Bir kelimenin veya ifadenin düz-anlamı (işaret ettiği şey) ve birde algısı (sense) vardır ve bunlar birbirinden farklıdır. İşaret ettiği bir nesne veya olgu (denotation) bulunmayan bir ifadenin bir anlam taşıması (meaning) gerekmez çünkü yine de bir algıya (sense) sahiptir. İfadelere verilen veya yüklenen algılar (sense) kişiden kişiye değiştiği gibi ifadenin düz-anlamından da farklıdır. İfadelerin taşıdığı algının (senses) ifadelerin düz-anlamlarından daha ayırıcı olduğu savunulur. Bilişsel içerikteki

farklılıklar ise sunum biçimindeki farklılıklardan kaynaklanır (Margolis ve Laurence, 1999; Parthemore, 2010).

### **Kavramların yapısı**

Düşünceleri kavramlar oluşturur. Kavramlarsa bazen tek bir kelime ile ifade edilebilen basit yapılardan meydana geldiği gibi birden fazla diğer kavramlardan da oluşabilir. Kavramların yapılarıyla alakalı farklı teoriler mevcut olmasına rağmen belli başlı 6 teoriden bahsedilmektedir. Bunlar klasik teori, prototip teori, teori teorisi, kavramsal atomizm, kavramsal çoğulculuk ve kavramsal dışlayıcılık teorileridir.

#### ***Klasik teori***

Bu teoriye göre her kavram bir tanımı vardır. Kelime veya kelime grupları ise kavramların isimleri veya işaretleri olarak kabul edilir. Tanımdaki özelliklere sahip ve tanımdaki şartları sağlayan her şey kavramın temsil ettiği grubun içine girer. Kavramların tanımlanmasında daha başka kavramlarda kullanılabilir. Klasik teori bir manada kelimelerin açıklamalarının yapıldığı sözlüklere benzerlik göstermektedir (Martin ve diğ., 2008). Bu teoride yeni bir kavram kazanımı her bir tanımsal bileşenin bir araya getirilmesi işlemi olarak kabul edilmektedir. Sınıflandırma ise hedef ögenin kavramın her bir tanımsal bileşeniyle uyuşup uyuşmadığını kontrol ederek kavram ve ögenin eşleştirilmesidir (Blunden, 2012).

#### ***Prototip teori***

Bu teoride kavramların tanımsal yapıları yoktur. Bir kavram o kavramın yeterli sayıdaki özelliklerine sahip bir zihinsel imaj ile temsil edilir. Dolayısıyla o kavram kategorisine alınacak diğer öğeler önce hafızadaki bu zihinsel imaj ile karşılaştırılır ve eğer büyük oranda benzerlik bulunursa o kavram kategorisine dâhil edilir. Daha basit bir anlatımla her kavramın zihinde tipik bir temsili örneği (prototipi) vardır (Khalidi, 1995).



### ***Teori teorisi***

Bu kurama göre kavramlar bilimsel teorileri oluşturan ögelerdir. Kavramlar bilimsel teorilerin tanımlarındaki terimlerin işlevlerine benzer bir fonksiyon icra ederler. Bundan dolayı, bir kavram anlamını, ait olduğu kendisinden daha büyük kavramın veya teorinin özelliklerinden alır. Kavramlar arasındaki ilişki, teorileri oluşturan bilimsel terimler arasındaki ilişkilerle benzerlik gösterir (Khalidi, 1995). Çocuklukta kavram gelişiminin, bilim insanlarının teori gelişimi ile aynı şekilde meydana geldiği iddia edilir (diSessa, 2005).

### ***Kavramsal atomizm (Conceptual atomism)***

Kavramların herhangi bir yapıya sahip olmadıklarını kabul eden bu kuramda kavramların içeriklerini diğer kavramlarla olan ilişkileri ile değil zihin-dünya ilişkisine göre belirlendiği savunulur. Bu kuram kavramlara verilen isimlerin hiçbir betimleyici içeriğe sahip olmadığını sadece ve sadece o kavram için bir etiket vazifesi gördüğünü iddia eder. Ayrıca “atomizm” isminden de anlaşılacağı gibi bütün kavramların ilkel ve hiçbir bileşeni olmadığı görüşü hâkimdir (Margolis ve Laurence, 2003; Pesonen, 2002).

### ***Kavramsal çoğulculuk***

Hali hazırda kavramların yapıları ile ilgili tartışmalar devam etmektedir ve genel bir uzlaşma sağlanamamıştır. Buna bir çözüm olarak gelişen çoğulculuk teorisinde ise kavramların tek bir teorik yapıya değil, yukarıda verilen farklı teorilerle açıklanabilen farklı yapılara sahip olduğu savunulmaktadır. Dolayısı ile bir kavramı farklı teorilerle açıklanabilen bileşenler oluşturur ve bunlar o kavram için farklı açıklayıcı rollere sahiptirler (Colborn, 2011).

### ***Kavramsal dışlayıcılık***

Bu kuram aslında kavramların var olmadığını ve eğer kavramlar varsa doğal bir tür olarak kabul edilmesi gerektiğini savunur. Kavramların ortak özelliklere sahip olması gerektiği ve bu ortak özelliklerinde deneysel yollarla keşfedilmiş olması gerektiği iddia edilir. Hâlbuki kavramlar hâlihazırda teorilerde farklı şekillerde tanımlanmaktadır ve bu teorilere göre ortak özellikler sergilemekten çok uzak olduğu ifade edilmektedir (Pöyhönen, 2013).

### ***Kavram Gelişim Süreçleri***

Kavramlar bireylerin hayatları sürecinde farklı yollarla kazandığı bilgiyi karakteristik özelliklerine göre gruplandırması ve genellemeleri olarak ortaya çıkmaktadır. Kavramların gelişimleri esnasında temel alınan verinin kapsam genişliği (kavramın istisnaları dâhil) geliştirilen kavramın mükemmeliyete yaklaşmasını arttırmaktadır (Gürlek, 2002).

Kavram gelişiminde gruplama, genelleme, ayırma ve tanımlama olmak üzere başlıca dört zihinsel sürecin varlığı kabul edilmektedir. (Malatyalı ve Yılmaz, 2010). Bunlar;

- **Gruplama:** Gruplama, en basit şekliyle bireylerin etraflarındaki olay ve nesnelere gruplamalarıdır. Bu işlemlerde birey gözlem ve izlenimlerini kullanır. Temel alınan ölçüt aynı gruptaki öğelerin birbirine benzemesidir (Malatyalı ve Yılmaz, 2010).
- **Genelleme:** Genelleme süreci oluşturulmuş grupları isimlendirme olarak tanımlanabilir. Birey bu süreçte tümevarım veya tümenden gelim yöntemleriyle yani sınırlı sayıda gözlem ve izlenimleri üzerinde genellemeler yaparak bir sonuca varmaya çalışabilir. Bu işlemler esnasında gereğinden fazla veya az genelleme yapmamaya dikkat edilmesi gerekir. Çünkü böyle bir durumda bazen grup içinde bulunması gereken öğenin dışarda kalması veya grubun dışında kalması gereken öğenin gruba dâhil edilmesi söz konusu olabilir. Birincisi aşırı genelleme (overgeneralization), ikincisi az genelleme (undergeneralization) olarak adlandırılır. Bunun yanında hem aşırı genelleme hem de aşırı özelleştirme bir kavram yanılgısı çeşidi olarak kabul edilmektedir. Bazı araştırmacılar tümenden gelim ve tüme varım akıl yürütme yöntemlerini ayrı birer kavram geliştirme süreci kabul etmektedir (Efe, 2007; Gürlek, 2002; Yağbasan ve Gülçiçek, 2003; YÖK/Dünya Bankası, 1997; Zembat, 2013a).
- **Ayırma:** Genelleme sürecinde sınıflandırma için ortak özellikler kullanılırken, ayırma sürecinde farklılıkların kullanılması söz konusu olmaktadır. Örneğin; genelleme yapılarak ulaşılan “basit makineler” kavramından, basit makinelerin aralarındaki farklar nedeniyle

“makara” ve “kaldıraç” gibi yeni kavramlar geliştirilmektedir (Efe, 2007; Yağbasan ve Gülçiçek, 2003).

- Tanımlama: Bir kavramı, o kavramın özelliklerini en iyi yansıtan kelimelerle açıklamaya çalışan önermeler o kavramın tanımıdır. Bu süreç bireyin zihinsel bir yapı olarak sahip olduğu kavramı kelimeler ile açıklamasıdır. Bazı kavramlar sadece tanımlarından rahatça anlaşılabilir. Örneğin; dik üçgenin tanımı diğer üçgenlerden rahatlıkla ayırt edilebilmesini sağlayabilmektedir. Diğer taraftan bazı kavramlar örnekteki gibi açık ve anlaşılabilir olmayabilir (Efe, 2007; Gürlek, 2002; YÖK/Dünya Bankası, 1997).

### **Kavramların özellikleri**

Farklı kelime veya kelime gruplarıyla ifade edilen kavramların tümü öğrenilebilirlik, kullanılabilirlik, açıklık, genellik, güçlülük özelliklerine sahiptirler. Senemoğlu (2012) bu özellikleri şöyle sıralamıştır:

- Öğrenilebilirlik: Kavramlar doğuştan gelen yapılar değildir, sonradan öğrenilir. Öğrenmesi kolay yapılar olduğu gibi zor olanları da vardır.
- Kullanılabilirlik: Kavramların geniş bir kullanım alanı vardır. Öğrenme sürecinde problem çözme açıklama anlama gibi birçok aktivitede kullanılırlar. Fakat bazı kavramlar belli alanlarda diğerlerinden daha çok kullanılabilir.
- Açıklık: Kavramlar anlamları konusunda alan uzmanlarının görüş birliği bulunan, açık ve anlaşılabilir yapılardır. Buna rağmen davranış bilimlerindeki kavramlar diğer disiplinlere göre belirsizlikler taşıyabilir.
- Genellik: Kavramların hiyerarşik bir düzeni vardır. Genel kavramlar alt-gruplularındaki kavramlardan daha çok özellik taşırlar.
- Güçlülük: Kavramın güçlülüğü, problem çözümede sağladığı fayda ve diğer kavramların anlaşılmasında gösterdikleri kolaylık derecesi ile ilişkilidir.

## **Kavramların sınıflandırılması**

Genel olarak kavramlar soyut ve somut kavramlar olarak ikiye ayrılmaktadır. Somut kavramlar bireyin yaşamın ilk yıllarında çevresiyle etkileşimi ile kazandığı kavramlardır. Soyut kavramların öğrenilmesi ise birey bilişsel gelişim dönemlerinden somut işlemler dönemine girdiğinde başlar ve bazı zihni operasyonlar sonucu kazanılır. Bazı araştırmacılar soyut kavramların kazanılması için eğitimin gerekli olduğunu ifade etmektedirler (Efe, 2007; Gürlek, 2002; Senemoğlu, 2012).

Gürlek (2002) ise kavramları öğrenilme yollarına göre üçe ayırmıştır:

- Algılanan kavramlar: Kavramların birçoğu duyu organları vasıtası ile dış dünyayı algılama ile oluşturulur. Açlık, ağrı ve acı gibi kavramlar duyu organlarına gelen uyarıların bireyin bedeni tarafından hissedilişlerine verilen isimlerdir. Bundan dolayı bu tür kavramlara algılanan kavramlar denir ve kişiden kişiye farklılıklar gösterebilir.
- Betimlemeli kavramlar: Bireyler çevrelerini gözlemleyerek olayları ve nesnelere anlama ve açıklamaya çalışır. Bunu yaparken eşya ve olayların gözlemlenebilir özellik ve niteliklerini kullanır, karşılaştırmalar yapar ve ilişkiler kurar. Örneğin; daha ağır, sonradan, aniden ifadeleri karşılaştırmalar yapılarak çıkmış kavram ifadeleridir.
- Kuramsal kavramlar: Bu tür kavramlar bireylerin çevreleriyle direkt etkileşmesi sonucu öğrenmesi mümkün olmayan, ancak bazı zihni aktiviteler yardımıyla kazanılan kavramlardır. Örneğin sıcaklık kelimesinden anlaşılacak termometrenin gösterdiği değer ise bu betimlemeli bir kavramdır. Hâlbuki sıcaklık bilimsel olarak moleküllerin ortalama kinetik enerjisi olarak tanımlanmaktadır. Bu sıcaklığın kuramsal (teorik) tanımı olduğundan aslında sıcaklık kuramsal bir kavramdır.

## **Kavram öğretiminin gerekçeleri**

Yaygın olarak “kavrama” (conception) ve “anlama” aynı anlamda, arzu edilen bilgilerin zihinsel fonksiyonlarla içselleştirilmesi olarak tanımlanırken, kavramların zihinsel gösterimlere de sahip olduğu iddia edilir (Margolis ve

Laurence, 1999; Nakiboğlu, 2006). Kavram öğretiminde ise amaç, bu zihinsel gösterimlerin öğrencinin zihninde oluşmasını sağlamak veya oluşmasına yardımcı olmaktır. Efe (2007) kavram öğretiminin gerekçelerini aşağıdaki gibi sıralamaktadır:

- Günümüz eğitim dünyasında etkili ve kalıcı öğrenmenin kavramsal öğrenmeler olduğunu temel alan yaklaşımlar daha çok benimsenmektedir.
- Anlamlı ğrenmede kavrama, ğrenci öğrendiklerini yeni karşılaştığı durumlara uygulayabildiğinde gerçekleşmiş sayılır.
- Önceden kazanılmış bilgi ve deneyimler bazı durumlarda yeni öğrenilecek kavramlarda bilimsel hata ve yanlışlara sebep olabilmektedir. Kavramlar ise zihinden kalıcılığını koruma eğiliminde olduğu için bilimsel gerçeklerle uyuşmayan kavramlar öğrenilecek yeni bilgi üzerinde negatif etkisinin sürdürmektedir.
- Bilginin artışı ve gelişimi çok hızlı olduğundan gerekli temel bilgileri kavramsal olarak öğrencilere kazandırmak zaman ve güncellik açısından önem arz etmektedir.
- Bireylerin önceden kazandığı yanlış anlamalar düzeltilmeden bilimsel olarak kabul edilebilir bir düzeyde kavramsal öğrenmenin gerçekleşmesi çok zordur.
- Kavramlar her bireyin kendi oluşturduğu yapılar olduğundan o bireyin karakteristik zihinsel özelliklerini taşıyabilmektedir. Sınıfta zihinsel gelişim olarak farklı düzeylerde öğrenciler bulunduğu için, herkes aynı hızla öğrenemez. Bu da öğretmenin kavram öğretimini gz önüne alarak her düzeye uygun bir ğretim planı hazırlamasını gerektirmektedir.
- Kavram ğretimi basitten daha karmaşığa doğru ilerleyen hiyerarşık bir sırayı takip etmektedir. Bu hiyerarşık yapı içerisinde kavramların, ğrencilerinin yerinin tespit edilerek öğretilmesi daha etkili olmaktadır.

## **Kavram yanılgıları**

Birçok öğretmen ve eğitimcinin öğrencilerin düşünme yolları üzerinde yeterince durmadıkları göze çarpmaktadır (Talanquer, 2006). Genellikle verilen öğretim programlarındaki hedeflerin merkeze alındığı bir strateji uygulandığı gözlenmektedir. Öğrencilerin cevapları ve açıklamaları, verilen öğretim programı çerçevesinde doğru veya yanlış olarak değerlendirilmektedir. Öğrencinin cevaplarıyla asıl kastetmek istediği veya asıl fikirleri ve bu cevapların doğru bilgi üzerindeki bilişsel etkileri üzerinde yeterince durulmamaktadır. Akademik başarısızlık durumunda ise çoğunlukla öğrencinin yetersiz çabası ve motivasyonu veya öğrenme stratejilerini yanlış kullanması öne çıkarılmaktadır. Buda öğretmenlerin kendilerini geliştirmeleri için öğrencinin düşünme biçimlerini kullanmaktan uzaklaşmaktadır (Talanquer, 2006).

Öğrenme bireyin sosyal ve psikolojik yapısı gibi birçok etkeni içinde barındırır. Bundan dolayı araştırmacılar öğrenmenin çok karmaşık bir işlem olduğunu ifade etmektedirler (Zirbel, 2006a). Anlamli öğrenmeyi bireyin yeni öğrendiklerini eski öğrendikleriyle ilişkiler kurarak sağlamlaştırması olarak tarif eden araştırmacılar bireyin öğrenim öncesi sahip olduğu bilginin doğruluğunun çok önemli olduğuna vurgu yapmaktadırlar (Efe, 2007).

Öğrenciler her zaman daha önceden kazanılmış önyargılar, deneyimler ve kavramlar ile sınıfa gelirler. Bu kavramların bilimsel olarak doğru ve yeni öğrenilecek bilgiler ile uyumsuzluk göstermemesi gerekmektedir (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003).

Anlamada başarısızlığın birçok nedeni olabilir. Eğer anlama yeni bilgilerin eski bilgilerle ilişkilendirilmesi veya öğrenilenin yeni durumlarda uygulanabilmesi olarak kabul edilirse, anlamama öğrencinin bu işlemler sırasında problem yaşaması veya bu işlemleri yapamamasıdır. Basit bir olgusal hata, kavram ve olayların gereğinden fazla genellemesi ve edinilmiş deneyimlere dayanan kişisel teoriler anlamada başarısızlığa neden olabilir. Ortaya çıkışları çok farklı sebeplere dayandırılmasına rağmen kavram yanılgıları bir tür anlamada başarısızlık olarak tanımlanabilir (Nakiboğlu, 2006).

Kavram yanlışları kısaca öğrencilerin bilimsel gerçeklerle uyuşmayan ve yeni öğrenimleri zorlaştıran kavramsal algı ve yargıdır. Sorulan bir soruya yanlış cevap veren öğrencinin yanlışını anlayıp düzelttikten sonra benzer sorulara yanlış cevap vermeye devam etmesi veya yanlış verdiği halde cevabının altında yatan muhakeme ve mantığın doğruluğundan emin olması, muhtemel kavram yanlışlarının işaretleri olarak kabul edilmektedir (Yalçın, 2003).

Fen eğitimi literatüründe kavram yanlışlarının birçok farklı tanımı ile karşılaşmaktadır. Zirbel'e (2006b) göre kavram yanlışları, hâlihazırdaki bilimsel anlayışımız ile bağdaşmayan anlamalardır. Nakiboğlu (2006) kavram yanlışlarını öğrencinin kendi içinde oluşturduğu, bilimsel gerçekliği bulunmayan kavramlar olarak tanımlar. Skelly (1993) kavram yanlışlarını kabul edilen bilimsel teorilerle uyuşmazlık gösteren zihinsel temsiller olarak kabul eder. Yağbasan ve Gülçiçek'e (2003) göre kavram yanlışlığı bir kişinin sahip olduğu kavramın, görüş birliğine varılmış anlamından önemli ölçüde sapmasıdır. Yalçın (2003) hayati deneyimler yoluyla edinilmiş, bilimsel görüş ile uyuşmayan öğrenci düşüncelerini kavram yanlışları olarak tanımlamaktadır. Zembat (2013b) uzmanlar tarafından üzerinde görüş birliği bulunan bir fikre ters, algı veya kavrayışları kavram yanlışları olarak kabul etmektedir. Treagust'a (2009) göre ise kavram yanlışları bilim insanlarınınki ile uyuşmayan bilgi ve düşüncelerdir.

Kavram yanlışları eğitimde genel olarak başlıca iki probleme neden olur. Bunlardan birincisi; öğrenciler sahip oldukları kavramlarla kazanılan yeni kavramları ilişkilendirmeye çalışacakları için hem bilimsel uyuşmazlıklarla hem de öğrenme başarısızlıklarıyla karşılaşabilmektedir. Diğer de kavram yanlışlarını bireyin kendisi tarafından özümsemiş ve kökleşmiş fikirler olduğu için ortadan kaldırmak veya değiştirmek büyük çaba gerektirir. Yani kavram yanlışları değişime karşı dirençlidir. Buradan yola çıkarak araştırmacıların bazıları kavram yanlışlarının değiştirilemediğini, bireyin zihninde düzeltilmiş kavramlarla beraber saklandığını belirtmişlerdir (Meşeci, Tekin ve Karamustafaoğlu, 2013; Zirbel, 2006a).

## **Kavram yanlışlarının ifade edilmesinde kullanılan terimler**

Fen eğitimi alan yazımında öğrencilerin kavram yanlışlarının tespiti veya tanımlanması için yapılan çalışmalarda, kavram yanlışları anlamında birçok farklı terimin kullanıldığı göze çarpmaktadır. Ön-kavramalar, yanlış kavramalar, alternatif kavramalar, alternatif yapılar, olgunlaşmamış kavramalar, olgunlaşmamış kuramlar, olgunlaşmamış inanışlar, sezgisel kuramlar ve acemi kavramalar bu alanda kullanılan başlıca terimlerdir. (diSessa, 2005; Efe, 2007; Mortimer, 1993; Özdemir ve Clark, 2007; Özmen, 2005; Treagust, 2009; Vosniadou, 2012; Zirbel, 2004). Abimbola (1988) terimlerdeki bu farklılığın araştırmacıların öğrenci kavramları hususunda benimsediği yaklaşıma göre farklılık gösterdiğini ifade etmiştir. Geleneksel görüşü benimseyenler bilginin sabitliğini ve yeni öğrenilenlerle bilginin artacağı görüşünü kabul eden araştırmacılar ve bu araştırmacılara göre bilgi sadece doğru veya yanlış olabildiği için “yanlış anlamalar”, “yanlış kavramalar”, “yanlışlıklar” ve “hatalı kavramlar” gibi terimleri tercih ederler. Modern Fen eğitimi felsefesini benimseyen araştırmacılar ise kavramsal değişim görüşüne ve bireyin zihnindeki eski bilgi ile yeni bilginin tekrar organize edilerek aralarında bir mutabakat sağlandığına inanırlar. Bu araştırmacılarda kavram yanlışlarının tamamen yanlış olmadığına kısmen doğru olduğuna inandıklarından “alternatif kavramalar”, “alternatif fikirler” ve “ön-kavramalar” gibi terimleri tercih ederler. Dolayısıyla kullanılan terimlerin aslında aynı olguları temsil etmediği anlaşılmaktadır. (Abimbola, 1988; Abimbola ve Yaroch, 1993; Nakiboğlu, 2006) Örneğin, Vosniadou (2012) kavramsal değişim teorisi ile ilgili yaklaşımları incelediği çalışmasında ön-kavramaların, yanlış kavramalardan tamamen farklı olgular olduğunu savunmaktadır. Araştırmacı “ön-kavramaları” bireyin okul eğitimine maruz kalmadan önceki hayatında, günlük deneyimleri temel alarak zihninde oluşturduğu bilimsel gerçeklerle uyuşmayan ilk fikirler olarak tanımlamıştır. Öte yandan “yanlış kavramaları” ise okul eğitim süreci sonunda bilimsel kavramların öğrenci tarafından hatalı yorumlanması olarak tanımlamıştır.

## **Kavram yanlışlarının özellikleri**

Alan yazında kavram yanlışları üzerine birçok araştırma bulunmaktadır ve bu araştırmalar farklı bilimsel alanlardaki kavram yanlışlarının ortaya



çıkarılmasında büyük fayda sağlamıştır (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003). Wessel (1998) literatürde kavram yanlışları üzerine yapılmış çalışmalarını incelemiş ve kavram yanlışlarının karakteristik özelliklerini şöyle özetlemiştir:

- Bir konu ile ilgili birden fazla açıklama ve bakış açısına aynı anda sahip olabilen öğrenciler sınıf ortamına etraflarındaki doğal olaylarla ilgili çok çeşitli alternatif kavramlarla gelmektedir. Fakat bilimsel gerçeklerle uyuşmayan bu alternatif kavramlar yeni kavramların kazanımında kullanılmaktadır.
- Kişinin yaşı, becerileri, cinsiyeti ve kültürel altyapısından bağımsız olan kavram yanlışları bireyin zihninde güçlü bir şekilde yer etmektedir. Kavram yanlışlarını geleneksel öğretim metotları ile düzeltmek veya ortadan kaldırmak genel olarak mümkün görünmemektedir. Eski tarihlerdeki bilim adamlarının ve düşünürlerin kavramaları ile günümüz kavram yanlışları arasında paralellikler göze çarpmaktadır.
- Özellikle kavram yanlışlarını ortadan kaldırmak veya düzeltmek için hazırlanmış öğretim stratejileri belli bir başarıya ulaşmıştır. Fakat öğretim stratejilerindeki bu farklılık bilişsel alanda hedeflenen kavramsal değişimi her zaman ortaya çıkarmamış, bireyin sorulan sorulara doğru cevap verdiği durumlarda dahi kavram yanlışlarının bireyin zihindeki varlığını muhafaza ettiği gözlenmiştir.
- Bilimsel kavramlar, öğrencilere olduğu gibi benimseyecekleri varsayılarak sunulur fakat öğrencilerin hâlihazırda sahip oldukları kavram yanlışları öğretim esnasında sunulan bu kavramlar ile kestirilemeyen bir tarzda etkileşime girerek beklenmedik öğrenme çıktıklarına sebep olabilmektedir.
- Öğrenciler birbiriyle çelişen kavramları benimseyerek aynı anda zihinlerinde muhafaza edebilmektedirler. Bir takım kavramlar fen bilimleri derslerinde sorulan sorulara cevap vermede kullanılırken diğerleri bireyin okul dışındaki deneyimler dünyasında olay ve olguları anlama ve açıklamada kullanılmaktadır.

- Fen bilimleri alanındaki uzun süreli eğitim sonrasında bile birçok öğretmen ve yetişkinin halen öğrencilerle aynı kavram yanlışlarına sahip olabildikleri görülmektedir.
- Kavram yanlışlarının kaynağı kişisel gözlemler, akran kültürü, dil, televizyon ve örgün eğitim gibi faktörleri içine alan bireyin karmaşık deneyimsel geçmişi içinde bulunduğu için ve her birey kendine özgü bir deneyimsel geçmişe sahip olduğu için her öğrencinin sahip olduğu kavram yanlışları diğerlerinininkinden farklılık göstermektedir.

### **Kavram yanlışlarının türleri**

Birçok araştırmacı kavram yanlışlarını, genel olarak, nedenlerine göre sınıflandırma çalışmaları yapmışlardır. Fakat bu sınıflandırmalar araştırmaya konu olan disiplinlere ve araştırmanın amacına göre farklılıklar arz etmiş ve sonuç olarak farklı kavram yanlışları kategorileri ortaya çıkmıştır.

Skelly (1993) günlük hayatın deneyimleri haricindeki etmenlerden (nonexperiential) kaynaklanan kavram yanlışlarının tespiti ve sınıflandırılması için yürüttüğü çalışmasında kavram yanlışlarının öğretimsel (instructional) ve yaşantısal (experiential) olarak temelde iki gruba ayırmıştır.

- Öğretimsel (instructional) kavram yanlışları: Bu kavram yanlışları örgün veya örgün olmayan hatta kişinin kendi kendine öğrenmesini de içeren ve temelde yaşantısal olmayan yani kişinin etkileşimde bulunması mümkün olmadığı konulardaki bilimsel gerçeklerle uyuşmayan fikirleri olarak tanımlanmaktadır. Örneğin, günlük hayatta atom ve molekül modelleri gibi soyut kavramlarla direkt olarak etkileşim yaşanmadığı için çoğu kimya konularındaki kavram yanlışları bu tür soyut kavramların sınıf içi veya dışı öğrenilmesi esnasında oluşur.
- Yaşantısal (experiential) kavram yanlışları: Bu tür kavram yanlışları insanların olayları gerçek dünyada gözlemler yaparken belli bir mantık çerçevesinde oluşturdukları fikirlerden kaynaklanmaktadır. Bu kavram yanlışlarının belli bir mantığı vardır ve normal hayatta

kullanışlı yargılardır. Belli bir mantığı olduğu içinde değişmesi zor ve köklüdür. Günlük hayatta hareket konusu ile alakalı deneyimlerin çokluğundan dolayı fizik alanında özellikle mekanik konusunda bu tür kavram yanlışlarına çok sık rastlanmaktadır.

Amerikan Ulusal Araştırma Konseyi (AUAK) ise fen bilimleri alanında kavram yanlışlarını beş kategoride toplamıştır (Committee on Undergraduate Science Education [CUSE], 1997).

- Yerleşmiş hükümler (preconceived notions): Günlük hayatta yaşananlardan çıkarılmış ve genellikle yeni durumları açıklamada başvurulan kavramlar olarak tanımlanabilir. Örneğin yüksekokul öğrencilerinin de dâhil edildiği araştırmalarda insanların çoğunun (%95) mevsimlerin oluşma nedenleri sorulduğunda, güneş etrafında dönüşü esnasında dünyanın güneşe olan uzaklığını ileri sürdükleri belirlenmiştir (Reull, P. 2013, Nisan 30).
- Bilimsel olmayan inanışlar (nonscientific beliefs): Bu tür kavram yanlışları insanların inanç sistemlerinde öğretilmiş veya efsane kabilinden, bilimsel gerçeklerle uyuşmayan fikirler olarak tanımlanmaktadır. Örneğin birçok öğrenci dünya ve içindeki hayat formlarının oluşumu hakkında dini öğretiler yoluyla kazanılmış fikirlere sahiptirler. DiSpezio buna örnek olarak Nuh tufanını vermekte ve yaratılışçılık felsefesinden gelen bu fikirlerin bilimin dışı kavramlar olduğunu iddia etmektedir (2010).
- Kavramsal yanlış anlamalar (conceptual misunderstandings): Bu tür kavram yanlışları öğrenciler yeni bilimsel kavramları öğrenirken önceden kazanılan yerleşmiş hükümler ve bilimsel olmayan inanışlardan doğan çelişkilerin ve uyuşmazlıkların üstüne gitmeyip yeni kavramları anlayabilmek için eski hatalı kavramlar üzerine zayıf modeller oluşturmasıyla ortaya çıkmaktadır.
- Konuşma dilinden kaynaklanan kavram yanlışları (vernacular misconceptions): Günlük hayatta kullanılan kelimelerin bilimde farklı anlamlarda kullanılmasından dolayı ortaya çıkan kavram

yanılgılarıdır. Radyasyonun “emilmesinin” süngerin suyu emmesi gibi algılanıp radyasyonun madde içinde biriktiği algısına sebep olması (Millar, Klaassen ve Eijkelhof, 1990) veya teori kelimesinin günlük hayatta “tahmin” kelimesi yerine eşanlamı olarak kullanılmasının sebep olduğu yanlış algılar bu kavram yanılgısına örnek olarak verilebilir (Scott, 2004).

- Olgusal kavram yanılgıları (factual misconceptions): Küçük yaşlarda öğrenilmiş ve ileri yaşlara sorgulanmadan taşınmış, bellekte korunmuş kavram yanılgıları olarak tanımlanmaktadır. Kendisine küçük yaşlarda aynı yere iki defa yıldırımın düşmediği söylenen bir kişinin bu yanlış bilgiyi ileriki yaşlarına kadar hiç kritik etmeden hafızasında muhafaza etmesi buna bir örnek olarak verilebilir (DiSpezio, 2010; Gooding ve Metz, 2011)

### **Kavram yanılgılarının nedenleri**

Bireylerin sahip olduğu kavram yanılgıları farklı farklıdır. Değişik kavram yanılgıları arasındaki farkları bilmek anlamlı öğrenmenin önündeki bariyerlerin tespiti açısından öğretmenlere ve eğitimcilerle kolaylık sağlayacaktır. Kavram yanılgılarının nedenlerini tespit etmeyi amaçlayan araştırmacıların çoğu kavram yanılgılarının oluşumlarını ve ortaya çıkışlarını inceleyerek sonuca varmaya çalışmışlardır. Kaltakci ve Eryilmaz (2010) kavram yanılgılarının başlıca kaynaklarını kişisel deneyimler, ders kitapları, kullanılan dil ve öğretmenler olarak sınıflandırırken, Nakiboğlu (2006) kavram yanılgılarının başlıca nedenlerini şöyle sıralamıştır.

- Ön bilgiler: Bunlar öğrencinin öğrenme ortamına getirdiği hâlihazırdaki kavram yanılgılarıdır. Öğrencinin günlük hayatta kendi deneyimlerinden elde ettiği eksik veya hatalı kavramlar bu tür kavram yanılgılarına örnek olarak verilebilir. Bunun yanında öğrenme ortamlarında edinilmiş kavram yanılgıları da bu gruptadır. Öğrenci öğrenme ortamında bir ön-koşul kavramı yanlış veya eksik öğrenmişse bu ileride öğrenilecek kavramın da yanlış öğrenilmesine bazen öğrenilememesine bile sebep olabilmektedir.

- Konuşma dili: Günlük hayatta kullanılan kelimeler ile öğretim ortamında kullanılan kelimelerin farklı anlamlarda kullanılması bazı kavram yanlışlarının doğmasına sebep olabilir. Örneğin; “aysbergler geri çekiliyor” ifadesi öğrencilerin zihinlerinde durup geriye dönen büyük buz kütlelerinin hayal edilmesine sebep verebilmektedir. “Geri çekiliyor” ifadesi yerine “hızla eriyor” ifadesi öğrencilerin doğru yorum yapmalarına daha çok yardımcı olacaktır. (Committee on Undergraduate Science Education [CUSE], 1997; DiSpezio, 2010). Diğer taraftan araştırmacılar konuşma dilinin cansız nesnelerin zihinde canlıymış gibi algılanmalarında sebep olabileceğini ifade etmektedirler (Nakiboğlu ve Poyraz, 2006).
- Analoji ve metaforlar: Analoji ve metaforlar bir konuyu anlamada etkili yöntemler olsa da kavram yanlışlarına sebep olabilmektedir (Duit, Roth, Komorek ve Wilbers, 2001). Kullanılan benzetmeler bazen konunun kendisinden daha karmaşık olabilmektedir. Bazen de asıl konunun yerini alması veya benzetmenin daha çok hatırlanması gibi durumlarla karşılaşmaktadır. Örneğin; Rutherford atom modelinde verilen güneş sistemi benzetmesinin modern atom teorisi ve orbital kavramı öğrenilirken yanlış kavramalara sebep olduğu tespit edilmiştir (Nakiboğlu, 2003).
- Modeller ve simgeler: Modeller ve simgeler en çok fen bilimleri alanında özellikle bu alandaki somut kavramların anlaşılmasını kolaylaştırmak için kullanılmaktadır. Fakat araştırmacılar hem makro hem mikro düzeyler için benzer simgelerin kullanılması ve öğrencilerin makroskobik seviyeden mikroskobik seviyeye geçerken algılarındaki değişimlerin kavram yanlışlarına yol açtığını ifade etmektedirler (Nakiboğlu, 2006). Renkli küreler kullanılarak yapılmış atom ve molekül modelleri kimya ders ve kitaplarında sıklıkla kullanılan modellerdir. Fakat bunların öğrencilerde zamanla atomların renkli olduğu gibi birtakım kavram yanlışlarına sebep olabileceği tespit edilmiştir. (Özgür ve Bostan, 2007).

- Ders kitapları ve öğretmenler: Kavram yanlışlarının başlıca kaynaklarından biride ders kitaplarıdır (Eyidoğan ve Güneysu, 2002). Birçok araştırmacı ders kitaplarında bulunan kavram yanlışlarını incelemiş ve tespit edilen kavram yanlışlarını örneklerle izah etmiştir (Dikmenli ve Çardak, 2004; Eyidoğan ve Güneysu, 2002; Özay, 2006). Ders kitaplarının yazım dili, içerdiği benzeşim, mecaz, model ve yanlış bilgiler kavram yanlışlarına sebep olabilecek etkenlerdir. Öğretmenlerde kendi taşıdıkları kavram yanlışlarını doğruymuş gibi öğrenciye aktardığı için ayrıca bir kavram yanlışlığı kaynağı olabilmektedir (Colclough, 2007). Bunun yanında öğretmenlerin kullandığı dil, konuya hâkimiyetleri, öğretim tekniklerinin kullanımındaki yetersizlikleri gibi etkenlerde kavram yanlışlarını arttırıcı sebepler olarak görülmektedir.

### **Kavram yanlışlarının tespiti**

Kavram yanlışlarının giderilmesi için yapılacak ilk iş öğrencilerin öğrenilecek konuyla ilgili bu yanlışlarının tespit edilmesidir. Çünkü kavram yanlışlarının giderilmesi bilgi eksikliklerinin giderilmesinden ayrı bir durumdur ve farklı eğitsel stratejiler gerektirmektedir. Kavram yanlışlarının tespiti bu açıdan büyük bir öneme sahiptir (Hasan, Bagayoko ve Kelley, 1999; Karataş, Köse ve Coştu, 2003; Yağbasan ve Gülçiçek, 2003).

Günümüzde birçok konuda kavram yanlışları çalışmaları yapılmış ve bu çalışmalarda tespit edilen kavram yanlışları listelenerek pek çok yerde yayınlanmıştır. Bu öğretmenlere yardımcı olsa da asıl önemli olan her öğretmenin kendi öğrencilerinin durumunu belirlemesi ve eğitsel etkinlikleri bu tespitlere uygun bir şekilde dizayn etmesidir (Nakiboğlu, 2006; Treagust, 2006).

Öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarının tespiti için birçok yöntem kullanılmaktadır. Mülakatlar (ikili görüşmeler) ve tanı testleri en çok kullanılanlar olmak üzere kavram haritaları, tanılayıcı dallanmış ağaç, kavram haritaları ve V-diyagramları bunlardan bazılarıdır (Nakiboğlu, 2006). Bütün bu yöntemlerde öğrenciye kavramsal yapısını açığa çıkaracak bir takım sorular yöneltilir ve

verilen cevapların doğruluğuna ve içeriğine bakılarak kavram yanlışlarının varlığı tespit edilmeye çalışılır.

### ***Mülakatlar***

Kavram yanlışlarının tespitinde en çok kullanılan ve en etkili teknik yüz yüze yapılan ikili mülakat veya görüşmelerdir. Literatürde birçok farklı mülakat teknikleri bulunmaktadır. İkili görüşmeler (mülakatlar) öğrencilerin bir konudaki kavram yanlışlarını ortaya çıkaracak yaklaşımların temel alındığı ve sorulacak soruların buna göre hazırlandığı yöntemlerdir. Fakat öğrencilere gerçek veya farazi durum veya olayların (case) betimlenerek verildiği ve görüşlerinin istendiği yaklaşımlarda mevcuttur. Zaman ve hazırlama ile ilgili problemlerin yanı sıra sınırlı sayıda katılım bu yöntemin dezavantajları olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu dezavantajların kısmen de olsa tanı testleriyle (diagnostic tests) aşılmaya çalışıldığı bilinmektedir (Griffard ve Wandersee, 2001; Hasan ve diğ., 1999; Kaltakci ve Eryilmaz, 2010; Nakiboğlu, 2006; Treagust, 2006).

### ***Tanı testleri***

Zaman ve hazırlama açısından kısmen daha kullanışlı olan tanı testleri büyük gruplara ulaşma ve genelleme yapma bakımından ikili görüşme tekniğine göre daha avantajlı bulunmaktadır. İlgili dersin önceden belirlenmiş kazanımları doğrultusunda hazırlanmış, sadece kalem kâğıt gerektiren ve sınıf ortamında kolayca uygulanabilecek değerlendirme araçlarıdır (Treagust, 2006). Efe (2007) kavram yanlışlarını belirlemede kullanılan testleri kısa cevaplı testler, açık uçlu testler, sınıflama gerektiren testler ve çoktan seçmeli testler ve kademeli (aşamalı) testler olmak üzere beş grup altında aşağıdaki gibi tanımlamaktadır:

- Kısa cevaplı testler: Bu testlerde sorulan soruların cevapları çok kısadır, genellikle bir kelime veya bir rakamdır.
- Açık uçlu sorular: Açık uçlu sorulardan oluşan testler yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu yöntemde öğrencilere direkt bilgi sorulduğu gibi gerçek veya farazi, durum veya olayların yazılı olarak verilip görüşlerinin istendiği yaklaşımlarda bulunmaktadır. Öğrenciler kendi düşüncelerini istedikleri gibi, yazılı olarak ifade etmede serbesttir ve buda üst düzey bilişsel (metacognition) becerilerini kullanmalarına

fırsat verir. Bazı durumlarda zaman, hazırlama ve katılım bu yöntemde karşılaşılabilen engelleyici veya sınırlandırıcı faktörlerdendir. (Kaltakci ve Eryılmaz, 2010; Nakiboğlu, 2006).

- Sınıflama gerektiren testler: Bu tür testlerde verilen ölçütler (kriterler) doğrultusunda öğrenciden bir takım sınıflandırma işlemlerinin yapılması istenir. Doğru yanlış testleri bu tür testlerdendir.
- Çoktan seçmeli testler: Çoktan seçmeli testler soru maddelerinin kısmen doğru veya tamamen yanlış cevap seçeneklerin doğru cevap ile birlikte öğrenciye sunulduğu test çeşitleridir (Karataş ve diğ., 2003). Ülkemiz eğitim sisteminde sıklıkla kullanılan bir test türüdür. Bu test türünde soruyu “çeldiriciler” olarak adlandırılan cevap seçenekleri takip eder. Hazırlama, uygulama ve puanlama işlemleri kısmen kolay ve daha az zaman gerektiren bu testler daha çok katılımcıya ulaşma ve daha kapsamlı bir genelleme yapma imkânı sağlamaktadır (Karataş ve diğ., 2003). Çoktan seçmeli testlerle kavram yanlışlığı belirlemek oldukça zor olmakla beraber, kavram yanlışlığı tespit etmeye yönelik iyi hazırlanmış çeldiricilerle bu mümkündür ve bu yöntemle yapılmış çalışmalar ilgili alan yazında mevcuttur (Nakiboğlu ve Tekin, 2006). Çoktan seçmeli testler öğrencide bulunması muhtemel kavram yanlışlıkları temel alınarak hazırlandığı için bu testlerle yeni kavram yanlışlıkları tespit etmek mümkün olmayabilmektedir (Aykutlu ve Şen, 2012) .
- Kademeli (aşamalı) testler: Yukarıda tarif edilen kavram tanı testleri ile sorulara verilen cevapların doğruluğuna bakılarak kavram yanlışlıklarının varlığını tespit etmek oldukça zordur çünkü testte sorulan soruya verilen cevaptaki hata bilgi eksikliğinden de kaynaklanabilmektedir. Yani çoktan seçmeli bir soruya verilen yanlış cevap kavram yanlışlığına işaret edebildiği gibi bilgi eksikliğine de işaret ediyor olabilmektedir. (Kaltakci ve Eryılmaz, 2010). Kavram yanlışlığını bilgi eksikliğinden ayırt edebilmek için ise öğrencinin cevabının altında yatan fikri, gerekçeyi veya inanışının da bilinmesi gerekmektedir. Dolayısıyla öğrenciye verdiği cevabın gerekçesi de



sorulmalıdır. Öğrencinin hem testte sorulan soruya verdiği cevap ve hem de gerekçesinin yanlış olması durumunda, bir kavram yanlışlığının varlığından şüphe edilebilir. Öğrenci kavram yanlışlıklarının tespitinde öğrenci gerekçelerinin incelenmesinin eğitim alanındaki pozitif sonuçları birçok yeni çalışmaya zemin hazırlayarak iki aşamalı testlerin ortaya çıkmasına sebep olmuştur (Demirci ve Efe, 2007; Treagust, 2006). Fakat çoktan seçmeli soruların doğası nedeniyle öğrenci cevabı bilmesede kendisine sunulan seçeneklerden istifade ederek cevap verebilmektedir. Bu durum kavram yanlışlıklarının tespitinde başka bir probleme neden olduğu için iki aşamalı testlerde her bir maddeye öğrencinin cevabından ne kadar emin olduğu sorusu da üçüncü bir aşama olarak eklenerek üç aşamalı kavram tanı testleri oluşturulmuştur (Demirci ve Efe, 2007; Efe, 2007; Peşman, 2005; Schaffer, 2013).

#### *İki aşamalı tanı testleri*

İki aşamalı testler, adından da anlaşılacağı gibi her bir maddesinin iki kısımdan meydana geldiği test türlerine verilen genel bir isimdir. Testteki her bir madde iki sorudan oluşmasına rağmen birçok türü mevcuttur. İki aşamalı testlerin birinci ve ikinci basamağındaki soruların formatına göre değişik kombinasyonları bulunmaktadır. Bu testlerin ilk basamağında “bilgi” sınanırken ikinci basamağında “neden” (gerekçe) sınanır. İlk basamak “içerik” veya “kök” olarak adlandırılırken ikinci basamak “neden” basamağı olarak adlandırılmaktadır (Demirci ve Efe 2007; Karataş ve diğ., 2003; Schaffer, 2013; Treagust, 1986, 1988, 2006).

Tablo 1

*İki Aşamalı Kavram Testlerinin Yapısı (Karataş ve diğ., 2003, s.57'den uyarlanmıştır)*

| İki Aşamalı Testlerin türleri            | 1. Aşama       | 2. Aşama                    |
|--|----------------|-----------------------------|
| Çoktan seçmeli iki aşamalı testler       | Çoktan seçmeli | Çoktan seçmeli<br>Açık uçlu |
| Sınıflama gerektiren iki aşamalı testler | Doğru-yanlış   | Çoktan seçmeli<br>Açık uçlu |
| Açık uçlu iki aşamalı testler            | Çoktan seçmeli | Açık uçlu                   |

Tablo 1’de iki aşamalı testler özetlenmiştir. İki aşamalı kavram tanı testlerinde amaç ilk aşamada yanlış veya doğru cevap veren öğrencinin gerekçesine (nedenine) ulaşabilmektir. Çünkü bu tür testlerde seçenekler öğrencilere sunulduğu için ilk basamakta verilen doğru cevabın tahmin edilebilme ihtimali bulunmaktadır. Ayrıca doğru cevaba yanlış bir mantıkla ulaşma ihtimali de söz konusudur. Bu yüzden ikinci aşamada öğrenciden “neden” (gerekçe) istenir ve istenirken genelde ya açık uçlu ya da çoktan seçmeli formatlar kullanılmaktadır (Schaffer, 2013; Şahin ve Çepni, 2011).

#### *İki aşamalı çoktan seçmeli tanı testleri*

İki aşamalı çoktan seçmeli tanı testleri ilk olarak Treagust (1988) tarafından geliştirilmiştir (Demirce ve Efe, 2007). Treagust (1986, 1988, 2006) iki aşamalı tanı testlerinin geliştirilmesini “içeriği belirleme”, “konu hakkında öğrencilerin yanlış kavramalarının araştırılması” ve “tanı testinin oluşturulması” olmak üzere üç ana safhada gerçekleştirmiştir. İçeriğin belirlenmesi safhasında konuyla ilgili bilgi önermeleri veya Gültekin’in (2014) ifade ettiği şekliyle “önermesel bilgi” ifadeleri) oluşturulur ve listelenir.

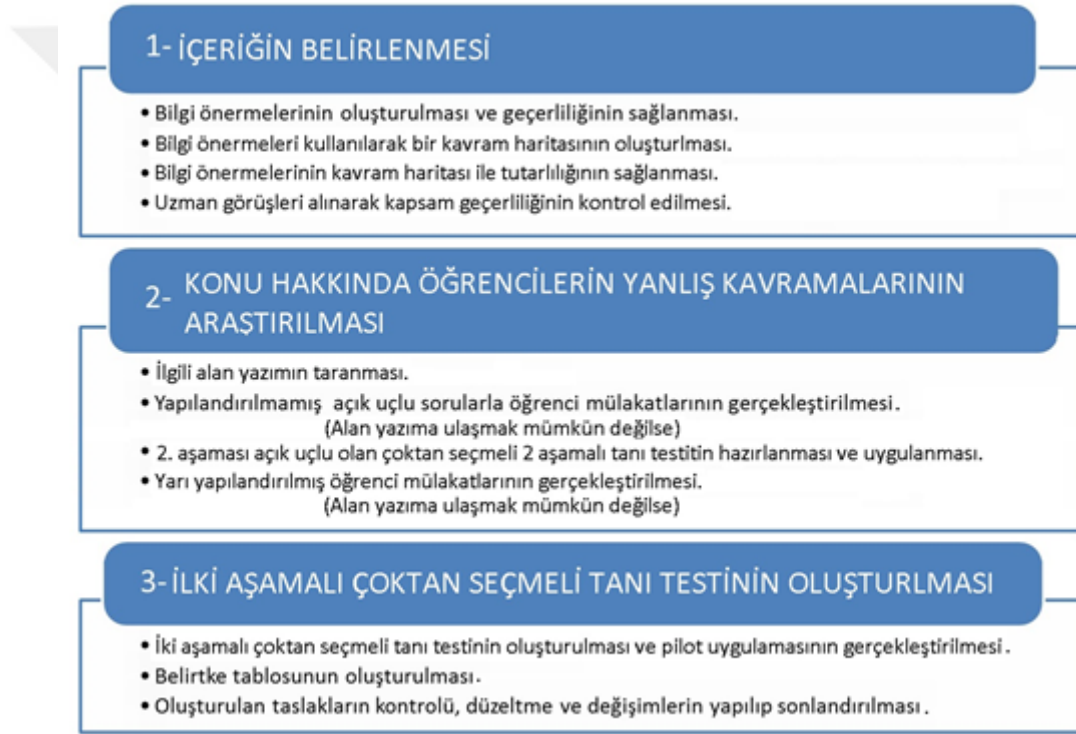
Epistemolojik olarak doğrulanmış gerçek bilgi olarak tanımlanabilen önermesel bilgi, kısaca gerçeklik veya hakikat bilgisi olarak da tanımlanabilir (Lemos, 2007). Ruiz Primo (2000) önermesel bilgiyi “herhangi bir şeyin öyle olması” olarak tanımlar. Önermesel bilgi ifadeleri (propositional knowledge statements) ise iki veya daha fazla kavram arasındaki ilişkinin veya bağlantının aynı semantik birim içinde kelimelerle ifade edilmesi olarak tanımlanabilir (Schaffer, 2013). (Örneğin; atlar dört ayağa sahiptir.) Ulusal alan yazımda “önermesel bilgi ifadesi” yerine “bilgi önermesi” yaygın bir şekilde kullanılmasından dolayı bu çalışmada da “önermesel bilgi ifadesi” yerine “bilgi önermesi” kullanılacaktır (Demirci ve Efe, 2007; Karataş ve diğ., 2003; Kılıç ve Sağlam, 2009; Ormancı ve Özcan, 2012).

Bilgi önermeleri bireyin ilgili konu hakkında tam kavramsal anlamayı gerçekleştirebilmesi veya o konuyla ilgili bilimsel okuryazarlığı kazanabilmesi için gerekli olan bilgiyi oluşturmalıdır (Schaffer, 2013). Hazırlanan bilgi önermeleri ile konu içeriğinin sınırları da çizilmiş olur. Daha sonra bir kavram

haritası oluşturularak hazırlanan bilgi önermeleri birbirleri ile ilişkilendirilir. Kavram haritasının oluşturulmasının amacı konu dâhilinde bulunan bütün kavramların ve kavramları oluşturan parçaların tanı testi oluşturma işlemine entegrasyonunu sağlamaktır. Burada kavram haritası bir ölçme aracından daha çok bilgi önermeleri arasındaki ilişkileri görmeye yarayan bir düzenleme aracı olarak kullanılmaktadır. Listelenen bilgi önermeleri ve kavram haritasının içerik geçerliğinin sağlanması için ilgili konuda uzman kişiler tarafından kontrol edilmesi ve onaylanması gerekmektedir. Uzman görüşleri araştırmacıya oluşturulmuş bilgi önermeleri ve kavram haritasının içerikle ne derece uyum içinde olduğunu belirleme için güvenilirlik kontrolü sağlamaktadır (Treagust, 1986, 1988, 2006).

Konu ile ilgili tespit edilmiş öğrenci kavram yanılgıları alanyazındaki araştırmalar incelenerek belirlenir. Belirlenen kavram yanılgıları göz önünde bulundurularak yapılandırılmamış açık uçlu öğrenci mülakatları hazırlanır ve bu mülakatlar yeterli sayıda öğrenciye uygulanır ve incelenerek kaydedilir. Bu safhada yapılan literatür taraması ve öğrenci mülakatları öğrencilerin kavram yanılgıları ile ilgili bilgi edinme amacı taşır ve bazı durumlarda sadece literatür taraması da yeterli olabilir. (Treagust 2006) öğrenci mülakatlarının, literatür taraması yapmanın mümkün olmadığı veya araştırılan konuda mevcut kaynak bulunmadığı durumlarda yapılmasının uygun olacağını belirtmektedir. İlgili literatür araştırması veya öğrenci mülakatlarından elde edilen bilgi temel alınarak iki aşamalı bir test hazırlanır. Test maddelerinin birinci aşaması çoktan seçmeli, konunun içeriğini sınavan sorulardan oluşacak şekilde hazırlanır. Her bir test maddesinin ikinci aşamasındaki soru açık uçlu olup aynıdır ve öğrencinin birinci aşamada verdiği cevabın nedenini yazmasını gerektirir. İki aşamalı testin bu ilk taslağın hazırlanmasında, test sorularının bilgi önermeleriyle ilişkili olmasına ve test sorularıyla sınavmamış hiçbir bilgi önermesinin kalmamasına dikkat edilmelidir. Hazırlanan iki aşamalı testin uygulanmasından sonra elde edilen nedenler her bir soru için “neden havuzları” oluşturularak kaydedilir (Demirci ve Efe, 2007; Karataş ve diğ., 2003; Schaffer, 2013; Şahin ve Çepni, 2011; Treagust, 1986, 1988, 2006).

İlk aşaması çoktan seçmeli, ikinci aşaması ise açık uçlu olan bu testi uygulamanın temel amaçlarından biride öğrencilerin gerekçelerine öğrencilerin ifade ettiği şekilde ulaşabilmektir. Çünkü öğrencilerin gerekçesi ve ifade tarzı tahmin edilenden farklı şekilde ortaya çıkabilmektedir. Ayrıca tanı testlerinde çeldiricilerin öğrencilerin ifade tarzına mümkün olduğu kadar yakın olması da hedeflenmektedir. Öğrencilerin hem doğru hem de yanlış cevaplar için ulaşılan gerekçeleri incelenip en sık kullanılmış olanları seçilerek iki aşamalı her iki aşaması da çoktan seçmeli tanı testinin taslağı oluşturulur. (Demirci ve Efe, 2007; Karataş ve diğ., 2003; Schaffer, 2013; Şahin ve Çepni, 2011; Treagust, 1986, 1988, 2006).



Şekil 1. İki aşamalı çoktan seçmeli tanı testlerinin geliştirilmesi (Treagust, 1986, 1988; Schaffer, 2013, s.47'den uyarlanmıştır)

Hazırlanan iki aşamalı çoktan seçmeli tanı testi örnekleme uygulanarak elde edilen veriler ışığında tanı testinin eksikleri tamamlanır, istatistiksel işlemler ile düzeltmeler yapılır ve tanı testinde her maddenin hangi bilgi önermesini sınıadığını gösteren bir belirtke tablosu hazırlanır. Son safha olan bu safhada belirtke tablosunun amacı tanı testinin üç önemli parçası olan bilgi önermeleri, hazırlanmış sorular ve kavram haritasının birbirlerine göre düzenleyerek içerik geçerliğinin kontrol edilmesidir. (Demirci ve Efe, 2007; Karataş ve diğ., 2003; Schaffer, 2013;

Şahin ve Çepni, 2011; Treagust, 1986, 1988, 2006). Şekil 1’de iki aşamalı çoktan seçmeli tanı testlerinin geliştirilme basamakları özetlenmiştir.

### *Üç aşamalı tanı testleri*

Kavram yanlışlarının tespit edilmesi için literatürdeki en basit ve etkili yöntem öğretmenin öğrenci ile ders esnasında veya dışında konuyla ilgili diyalog kurması olarak belirtilmiştir (Griffard ve Wandersee, 2001; Hasan ve diğ., 1999). Fakat sınıftaki herkes ile bu amaçla diyalog kurmanın öğretmenin zaman ve enerjisi açısından yükünü daha da ağırlaştırabileceği düşünüldüğünde diğer metotlardan da istifade edilmesi kolaylık sağlayacaktır. Şekillendirici ve düzey belirleyici değerlendirmeye elverişliliği ve uygulama-değerlendirme kolaylığı sebebiyle kavram yanlışları tespitinde iki ve üç aşamalı tanı testleri çok yaygındır (Efe ve Demirci, 2007).

Tek aşamalı çoktan seçmeli tanı testleri bir doğruyu içeren dört veya beş seçenekli testlerdir. Bu testlerde öğrencinin yaptığı bir yanlışın sahip olduğu bir kavram yanlışından kaynaklandığını tespit etmek zordur. Zira yanlış cevap dikkatsizlik, hata veya eksik bilgidan kaynaklanabilir. Bu yüzden ikinci bir aşama eklenerek kavram yanlışının tespitinin kolaylaştırılması hedeflenir. İkinci aşamada öğrenciye birinci aşamadaki soruya verdiği cevabın nedeni soran açık uçlu bir soru sorulabildiği gibi bir doğruyu içeren 3-5 seçenekli çoktan seçmeli bir soru da sorulabilmektedir. Böyle oluşturulan iki aşamalı testlerde öğrencinin her iki soruya da yanlış cevap vermesi, muhtemel bir kavram yanlışına işaret edecektir. Çünkü yanlış bir cevap yanlış bir sebeple desteklenmiş olacaktır. Fakat yine de öğrencinin bu cevapları hatayla veya tahminen vermesi mümkün olduğundan üçüncü bir aşamanın eklenmesi akıllıca olacaktır. Bununla alakalı yapılan bazı araştırmalarda aşama sayısı arttıkça tespit edilen kavram yanlışlarının sayısında bir düşüş gözleendiği gibi tanı testinin geçerliğini de arttıracığı sonucuna varıldığı ifade edilmektedir (Schaffer, 2013; Taşlıdere, Korur ve Eryılmaz, 2012). Araştırmacılardan bazıları da üç aşamalı tanı testlerinin diğer bazı tanı araçlarından daha çok kavram yanlışları teşhis edilebileceğini ifade etmişlerdir (Aykutlu ve Şen, 2012).

Üçüncü aşamada öğrenciye verdiği cevaplarla alakalı olarak kendinden emin olma derecesini ölçmek için iki veya daha fazla seçenekli bir soru sorulur.

Çünkü kavram yanlışları yanlış, hatalı veya eksik bilgilerden farklı olarak öğrencinin savunduğu üzerinde ısrar ettiği değişmesi zor algılardır (Zirbel, 2006a). Bunun için kavram yanlışlarının tespitinde üç aşamalı tanı testlerinin kullanıldığı durumlarda öğrencilerin ilk testin ilk iki aşamasındaki sorulara yanlış, üçüncü aşamasındaki sorulara ise kendinden emin olduğunu ifade eden seçeneği seçerek cevap verdiği durumunda kavram yanlışlarının varlığından şüphelenilebilir (Peşman, 2005).

Tablo 2 ve 3'te üçüncü aşaması 4'lü likert tipi formatında olan üç aşamalı tanı testlerinde üçüncü aşamaya verilen cevapların yorumu için kullanılacak emin olma (ED) derecesi matrisi verilmiştir.

Tablo 2

*Bir Öğrencinin Her Bir Cevabı İçin Emin Olma Derecesi (ED) Matrisi (Hasan ve diğ., 1999, s.296'dan üretilmiştir.)*

|              | Düşük ED (<2)                      | Yüksek ED (>2)       |
|--------------|------------------------------------|----------------------|
| Doğru Cevap  | Bilgi eksikliği<br>(Şanslı Tahmin) | Doğru kavram bilgisi |
| Yanlış Cevap | Bilgi eksikliği                    | Kavram yanlışlığı    |

Tablo 3

*Bir Grup Öğrencinin Belli Bir Soruya Verdikleri Cevaplar İçin Emin Olma Derecesi (ED) Matrisi Hasan ve diğ., 1999, s.296'dan üretilmiştir.)*

|              | Düşük ED ortalaması (<2)           | Yüksek ED Ortalaması (>2) |
|--------------|------------------------------------|---------------------------|
| Doğru Cevap  | Bilgi eksikliği<br>(Şanslı Tahmin) | Doğru kavram bilgisi      |
| Yanlış Cevap | Bilgi eksikliği                    | Kavram yanlışlığı         |

Fakat bazı durumlarda öğrencilerin sorulara tahmin ederek cevap vermesi kavram yanlışlarının tespitini zorlaştırmaktadır. Bu durumda öğrenciye verdiği cevabın nedeni yanında verdiği cevaplardan ne kadar emin olduğu da sorulmaktadır. Çünkü kavram yanlışları öğrencinin zihninde kökleşmiş bilimsel olmayan ve öğrenciyi sistematik olarak yanlış yapmaya iten inanışlar olduğundan öğrencinin verdiği cevaptan emin olması beklenmektedir (Aykutlu ve Şen, 2012; Nakiboğlu, 2006; Taşlıdere ve diğ., 2012; Treagust, 2006; Yalçın, 2003).

## **Günlük hayatta nükleer konusu ile ilgili çalışmalar**

Günlük hayatta nükleer kimya birden fazla bilim dalının kesiştiği konulara sahip bir konu başlığıdır. Konunun içeriği ve diğer disiplinlere etkisinden dolayı, birçok farklı ders programında üzerinde durulmasının bir gereklilik haline geldiği düşünülmektedir (Neumann ve Hopf, 2012). Radyoaktivitenin tarih, biyoloji ve çevre gibi farklı bilim dallarıyla kesiştiği ortak noktalar bulunmasına rağmen yapılan araştırmalarda radyoaktivite konusu kendi alanları dışında kalan öğretmenlerin, fen bilimleri ile ilgili branş öğretmenlere kıyasla daha fazla yanlış bilgi ve kavram yanılgılarına sahip olduğu görülmüştür (Colclough, Lock ve Soares, 2011). Bu da konuya tam anlamıyla hâkimiyet sağlayamamış öğretmenlerin sahip olduğu yanlış veya eksik bilgilerin öğrencilere aktarılması ihtimalini arttırmaktadır (Kaltakci ve Eryilmaz, 2010). Dolayısıyla öğretmenlerin öğretecekleri konularda doğru ve bilimsel gerçeklerle örtüşen bilgiye sahip olması önemli ve gereklidir (Libarkin, Asghar, Crockett ve Sadler, 2011).

İnsan yaşamına giren yeniliklerin ve eskiyerek kullanılmayan öğelerin öğrencilerin kavramsal anlayışlarına belli bir oranda etki ettikleri söylenebilmektedir. Örneğin öğrencilere kızıl ötesi radyasyonun görülebilir bir radyasyon olup olmadığı sorulduğunda, bazı elektronik cihazlarda bilgi transferi için kızıl ötesi özelliğini kullanmış öğrencilerin verdikleri cevapların 90 lı yıllarda aynı soruya öğrenciler tarafından verilen cevaplardan farklı olduğu gözlenmiştir. Gelişen teknoloji bazı etkileşimleri mümkün hale getirirken, bazılarını da sonlandırarak bilimsel konularda kavramsal anlayışlara etki etmiştir. Bundan dolayı araştırma konuları aynı olmasına rağmen eski ve yeni araştırmalar arasında büyük farklılıklar çıkabilmektedir (Neumann ve Hopf, 2012).

Eijkelhof ve Millar (1988) İngiliz halkının radyasyon ve radyoaktivite anlayışlarını incelemek için İngiliz gazetelerinde Çernobil, radyasyon ve radyoaktivite ile ilgili 500 gazete makalesi incelemiş ve;

- radyoaktif sızıntı (radioactive leakage)
- radyasyon taşıyan rüzgârlar
- radyasyon bulutları (radiation clouds) ve nükleer bulutlar (nuclear clouds)

- reaktörlerden havaya salınan radyoaktivite gibi kavram yanlışlarını ortaya çıkarmıştır.

Lijnse, Eijkelhof, Klaasen ve Scholte (1990) ise öğrencilerin radyoaktivite konularındaki kavramlarını ölçmek için 312 ortaokul 4.sınıf bir anket çalışması yürütmüştür. Çoğunlukla açık uçlu sorulardan oluşan anket soruları medyada Çernobil kazası ile çıkan haberler kullanılarak hazırlanmış ve şu kavram yanlışları tespit edilmiştir. Öğrenciler;

- radyoaktivite, radyasyon ve radyoaktif madde arasında bir ayrım yapamamaktadırlar.
- iyot tabletlerinin radyasyonu nötrlediğini, çözdüğünü ve dönüştürdüğünü düşünmektedirler.
- radyoaktif bulaşmayı (radioactive contamination) ile radyasyona maruz kalma durumu birbirinden ayıramamaktadır.

Millar ve Gill (1993) ortaokul öğrencilerinin radyasyon ve radyoaktivite konuları hakkında düşüncelerini incelemek için 15-16 yaşında 144 öğrenci ile bir çalışma yürütmüştür. Bu çalışmanın ilk kısmında öğrencilere 3 açık uçlu soru, ikinci kısmında ise öğrencilere iki bilimsel metin verilerek bu metinlerde geçen bilimsel terimler sorulmuştur. Bu çalışmada bulunan başlıca kavram yanlışları şunlardır:

- Radyoaktif kaynaklar havaya radyoaktif madde salar.
- Radyoaktivitenin yayınlanması.
- Radyoaktif kaynağın radyoaktif alanı vardır.
- Rüzgârla taşınan radyasyon ve radyoaktivite.
- Radyasyonun havayı kirletir.
- Gama radyasyonu diğer ülkelere ulaşır.
- Radyasyonu maruz kalma kişiyi radyoaktif yapar.
- Işınlanma radyasyon içermek demektir.
- Işınlanma radyoaktivite ile tedavi demektir.



Millar (1994) İngiltere’de zorunlu eğitimini bitirip lisans eğitimlerine başlamak üzere olan 16 yaşındaki 144 öğrenciye 6 setten oluşan tanı soruları sorarak radyoaktivite ve iyonlaştırıcı radyasyon konusundaki anlayışlarını incelemiştir. Bu çalışmasında Millar öğrencilerin radyasyon ve radyoaktif madde ayrımını yapamadıklarını tespit etmiştir. Buna ek olarak öğrencilerin “radyoaktif olama”, “radyoaktif madde içirme” ve “radyasyon içirme” gibi kavramları birbirlerinin yerine kullandığını belirlemiştir.

Henriksen (1996) konunun uzmanı olmayan halkın radyoaktivite ve radyasyon anlayışlarını incelemek için Oslo üniversitesinde temel fizik dersini alan 270 birinci sınıf öğrencisine 13 soruluk bir anket uygulamıştır. Bu grubun zorunlu eğitimlerini yeni tamamlamış oldukları için içinde buldukları toplumun ilgili konuda uzman olmayan bireylerini tamamen olmamakla birlikte kısmen temsil edebileceğini ifade etmiştir. Henriksen bu çalışmasında şu kavram yanlışlarını tespit etmiştir:

- Radyasyon ve radyoaktif maddelerin birbirinden ayrımı yapılamamaktadır.
- Radyoaktif maddenin kütlesi radyoaktivitesi nedeniyle her yarı ömür sonunda yarıya düşmektedir.
- Radyoaktif madde bir yarı ömür sonrası zararsız olmaktadır.
- Radyasyonun madde içinde birikmektedir.
- Radyasyona maruz kalan nesnelerin radyoaktif olmaktadır.
- Radyasyon insanlar üzerinde mutasyona neden olmaktadır.

Eijkelhof (1996) Hollanda’daki radyoaktivite konusunun öğretilmesinin iyonlaştırıcı radyasyonun daha iyi anlaşılıp anlaşılmadığına nasıl bir katkısı olduğunu incelemek için yaptığı araştırmada 462 onikinci ve 138 altıncı sınıf öğrencilerine açık uçlu sorulardan oluşan anket uygulanmış ve mülakatlar yapmıştır. Eijkelhof çalışmasında radyasyonunun nesnelere radyoaktif hale getirmesi, “ışınlanma” ve “radyoaktif bulaşma” (radioactive contamination) gibi terimlerin birbirlerinin yerine kullanıldığını tespit etmiştir. Ayrıca öğrencilerin

“radyasyon”, “radyoaktif bulaşma” ve “radyoaktivite” terimlerine bilimsel gerçeklerle uyuşmayan anlamlar yüklediklerini ifade etmiştir.

Henriksen ve Jorde (2001) Norveç’te 195 ortaokul birinci sınıf öğrencileri ile müze ziyareti içeren bir durum çalışması (case study) yapmış, bu çalışmada öğrencilere on aktivite ve son aktivite uygulayarak radyasyon anlayışlarını tespit etmeye çalışmıştır. Bu çalışmada tespit edilmiş kavram yanılgıları şunlardır:

- Radyasyon doğal olmayan tehlikeli bir olgudur.
- İyonlaştırıcı radyasyon diğer radyasyon türlerinden bir farkı yoktur.
- Radyasyon ve radyoaktif madde temelde aynı olgulardır.
- Radyasyona maruz kalan cisimlerin radyoaktif olurlar.

Prather ve Harrington (2001) ABD de üç farklı bilimsel altyapıya sahip 277 yüksekokul öğrencisinin iyonlaştırıcı radyasyon ve radyoaktivite konularını anlayışları üzerine bir çalışma yürütmüştür. Araştırmacılar çalışmalarında yapılandırılmış mülakat ile açık uçlu sorulardan oluşan yazılı anketler kullanmışlardır. Bu çalışmada öğrencilere iki özel durum çizimlerle sunulmuştur. Birinci durumda radyoaktif bir kaynak, radyoaktif kaynaktan yayılan ışınları temsil eden ok başlı düz çizgiler ve bu çizgilerin ulaştığı bir çilek, ikinci durumda ise aynı çilek radyoaktif kaynak ve ışınları kaldırıldıktan sonraki hali resmedilmiştir. Çizimde radyoaktif kaynak 1, radyoaktif kaynaktan çıkan ışınlar 2, çilek ise 3 olarak işaretlenmiştir. İlk olarak çizimdeki işaretlenmiş üç objeden hangilerinin radyoaktif olduğu sorulmuştur. İkinci durumda da hangi unsurların radyoaktifliğini devam ettirdiği sorulmuştur. Çalışmada araştırmacılar “radyoaktif kaynak”, “radyoaktif madde” ve “radyoaktivite” kavramlarının hatalı ve birbirleri yerine kullandığını tespit etmişlerdir. Buna ek olarak belirlenen diğer kavram yanılgıları şunlardır;

- Radyasyonu emen cisim radyoaktif olur.
- Radyasyon radyoaktiftir.
- Radyoaktif dalgalar.

Prather (2005) üniversite öğrencilerin radyasyon ve radyoaktivite konularını öğrenirken karşılaştıkları zorlukların tespiti için yaptığı çalışmasında bireysel

mülakatlar ve açık uçlu ve çoktan seçmeli sorulardan oluşan basari testini 180 farklı bilimsel altyapıdan gelen öğrencilere uygulamıştır. Üniversite öğrencilerinin radyoaktif kirlenme veya bulaşmayı radyasyona maruz kalma ile karıştırdıklarını ifade etmiştir. Buna ek olarak, radyoaktivitenin atomun elektron hareketlerinden dolayı ortaya çıktığı inancına sahip olduklarını ve radyoaktif maddenin her yarılanma ömrü sonunda kütlelerinin de yarıya düştüğüne böylece radyoaktif atomun yok olduğu görüşünü benimsediklerini tespit etmiştir. Prather bütün bu kavram yanlışlarının altında yatan nedenin öğrencilerin atomla ilgili sahip olduğu zihinsel modellerin yanlışlığı olduğunu ileri sürmüştür.

Alsop (2001) fen bilimleri alanı dışında kalan bölüm veya programlara devam eden 18-24 yaş aralığında 30 üniversite ve yüksekokul öğrencisi ile yarı deneysel bir (karşılaştırmalı kavramsal) araştırma yapmış, doğal radyasyonun normal kabul edilen ölçümlerden yüksek değerde olduğu yerlerde yaşayan öğrencilerin radyoaktivite konusundaki bilgi ve fikirlerini doğal radyasyonun normal kabul edilen seviyede olduğu yerlerde yaşayan öğrencilerinki ile bilişsel (cognitive) ve duyuşsal (affective) perspektiften karşılaştırmıştır. Alsop öğrencilerin;

- “radyoaktivite” ve “radyasyon” terimini birbirlerinin yerine kullandıklarını,
- “radyasyon” ve “radyoaktif kaynağı” birbirinden ayıramadıklarını,
- radyoaktif madde sızıntısının dalga yapılı veya cisimsiz öğelerin özelliklerine sahip olduğunu düşündüklerini,
- radyoaktivitenin sonsuza kadar sürdüğüne inandıklarını,
- radyasyona maruz kalan nesnelere radyoaktif olacağı fikrine sahip olduklarını,
- radyasyonun mutasyona sebep olduğu ve bulaşıcı olduğu düşüncesinde olduklarını ve
- metallerin radyoaktiviteyi çektiklerine inandıklarını,

tespit etmiştir. Alsop öğrencilerin radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının, öğrencilerin konuyu kendilerine uzak gerçekler veya başkalarını

ilgilendiren meseleler olarak görmesinden kaynaklanabileceğine dikkatleri çekmiştir.

Rego ve Peralta (2006) öğrencilerin radyasyon fiziği bilgilerini inceledikleri çalışmalarında orta ve yüksek dereceli okullarda okuyan 1246 öğrenci ile iki kısımdan oluşan açık uçlu bir anket uygulamıştır. Bu çalışmada öğrencilerin ekseriyetinin iyonlaştırıcı radyasyon ile iyonlaştırıcı olmayan radyasyonun farkını bilmedikleri; küçük yaştaki öğrencilerin yarısından fazlasının ve üniversite öğrencilerinin de yüzde otuzdan fazlasının “doğal radyasyonu” hiç duymadıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerin büyük oranı X ve ultraviyole ışınlarını bir radyasyon çeşidi olarak tanımlamış fakat üniversite öğrencilerinin yaklaşık %25’i ve diğer öğrencilerinde büyük çoğunluğu görünür ışığı bir radyasyon çeşidi olarak tanımlayamadıkları gözlemlenmiştir. Rego ve Peralta maruz kaldığımız toplam doğal iyonlaştırıcı radyasyonun yarısından fazlası havada bulunan doğal radon gazından kaynaklanmasına rağmen bunun öğrenciler tarafından neredeyse hiç bilinmediğini belirtmişlerdir. Araştırmada ilgili ders öğretim programlarının “radyasyon” konusunda eksiklikleri bulunduğu ve öğretmenlerin radyasyon konusunu öğretirken rahat hissetmedikleri üzerinde durulurken “radyasyon” kavramının daha çok kitle iletişim araçları tarafından iletiildiğinden dolayı bu konuda okulların daha aktif rol alması gerektiği vurgulanmıştır.

Nakiboğlu ve Tekin (2006) nükleer kimya konusunda öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışları ve öğrenme zorluklarının tespiti için Türkiye’nin batısındaki 4 farklı okuldan (15-16 yaşında) 157 onuncu sınıf lise öğrencisi ile yaptıkları çalışmada 7 maddeden oluşan çoktan seçmeli ve açık uçlu soruları içeren bir tanı testi kullanmışlardır. Bu araştırmada tespit edilen başlıca kavram yanlışları ise;

- radyoaktif izotoplar insanlara zarar verdikleri için sadece enerji üretiminde kullanılmaktadır.
- radyoaktif bozunum hızı fiziksel şartlara göre değişir.
- radyoaktif bozunum hızı sıcaklığa bağlıdır.
- yarı ömrü en uzun olan radyoaktif izotoplar en kararsız olan izotoplardır.

- bir atom çekirdeği, atom ve kütle numarası ne kadar büyükse o kadar kararlıdır.

Usta ve Ayas (2009), nükleer kimya ve radyoaktivite konularıyla ilgili kavram yanlışları üzerine yapılmış 7 kapsamlı çalışmayı inceleyerek hazırladıkları alan taraması formatındaki çalışmasında, bu alandaki araştırmalarının çoğunun öğrenciler üzerinde yapılmış olup öğretmen ve öğretmen adayları üzerine yapılmış araştırmaların sayıca eksikliğini ifade etmişlerdir. Bunun yanında, yapılan çoğu çalışmada mülakat ve görüşme tekniklerinin kullanılmış olup diğer tekniklere de yeterince yer verilmesi gerektiği, radyoaktivite, radyasyon, radyoaktivite kaynakları ve radyoaktivitenin özellikleri gibi kavramların iyi öğrenilmemiş olduğu sonuçlarını rapor etmişlerdir.

Acar Sesen ve İnce (2010) öğretmen adaylarının internet üzerinden bilgi arama sitelerini ve internetin muhtemel bir kavram yanlışlığı kaynağı olup olmadığını incelemiş ve bu çalışmalarında internet arama motorlarına “radyasyon” ve “radyoaktivite” kelimeleri yazıldığında ulaşılabilen 200 internet sitesinin 3 uzman tarafından gözden geçirildiğini ve bu internet sitelerinin kavram yanlışlıklarına sebep olabilecek birçok eksik ve yanlış bilgi ihtiva ettiğinin tespit edildiğini rapor etmişlerdir. Çalışmada incelenen internet sitelerinin;

- %38.1’inde iyonlaştırıcı radyasyonun doğal olmayan, her zaman zararlı bir radyasyon türü olduğu ve insanların bu tür radyasyona en çok cep telefonu, televizyon gibi elektronik cihazlardan dolayı maruz kaldığı
- %30.1’inde doğal radyasyonun ve tıbbi amaçlar kullanılan radyasyonun zararsız fakat nükleer atıkların ve ışınlanmanın zararlı olduğu,
- %26.3’ünde bir atom çekirdeğindeki nötronların sayısı protonlardan fazla olduğunda atomun kararsız olduğu ve bu durumda nötronların alfa, beta ve gama ışınması yaptığı,
- %24.3’ünde radyasyona maruz kalan nesnelere radyoaktif olacağı,
- %17.9’unda radyasyonun dalga, parçacık ve fotonlar şeklinde etrafa salınan enerji paketleri olduğu,

gibi kavram yanlışlarını ihtiva ettikleri tespit edilmiştir. Araştırmacılar internet sitelerinde tespit edilen bu kavram yanlışlarının sadece ilgili ders için değil diğer fen bilimi alanları içinde öğrencilerin kavram yanlışlarına olumsuz katkıları olduğunu ifade etmişlerdir.

Colclough, Lock ve Soares (2011) İngiltere’de 73 lise ve ortaokul öğretmen adayları ile radyoaktivite ve iyonlaştırıcı radyasyon konusuna karşı davranış ve bu konulardaki bilgilerini inceleyen nitel bir çalışma yürütmüştür. Bu çalışmada öğretmen adaylarına dört etkinlik yaptırılmış ve her etkinlik sonrası mülakatlar yapılmıştır. Ayrıca bazı senaryolar ve olaylar sunularak mülakat yoluyla düşünceleri alınmıştır. Bunlara ek olarak, bilgi eksikliğini kavram yanlışlarından ayırabilmek için emin olma dereceleri de sorulmuştur. Bu çalışmada gama ışınlarının yüksek enerjili olduğundan dolayı gericiliğinin çok fazla olduğu, iyonlaştırıcı radyasyonun maddeyle reaksiyona girdiği, radyasyona maruz kalmanın maddeyi radyoaktif yaptığı ve radyasyona maruz kalmanın radyoaktif bulaşmaya sebep olduğu gibi kavram yanlışları ortaya çıkarılmıştır.

Hafele (2011) Amerika’nın orta-batı eyaletlerinden birindeki bir üniversitesinde 74 üniversite öğrencisi ile karma yöntemler kullanarak yapmış olduğu başka bir çalışmada öğrencilerin atomların iyonlaşması ile radyoaktiviteyi kavramsal olarak birleştirmiş olduklarını tespit etmiştir. Hafele bunun öğrencilerin atomun yapısını tam ve doğru olarak öğrenmemiş olmalarından ve ezbere öğrenilen şeylerin yeni durumlarda faydalı olmaktan çıktığından dolayı olduğunu ifade etmiştir. Hafele ayrıca iyonlaştırıcı radyasyon kavramının tam anlamıyla doğru olarak öğrenmenin atomun genel yapısı ve özelliklerini iyi bilmeyi gerektirdiğini ifade etmiştir.

Hafele (2012) üniversite öğrencilerine yönelik dört döngüden oluşan araştırma tabanlı bir dizi ders hazırlayıp uygulamış ve ön test, son test ve mülakatlar yoluyla iyonlaştırıcı radyasyon konusundaki öğrenme zorluklarını tespit etmeye çalışmıştır. Hafele’nin bu araştırmasının örneklemini orta batı Amerika’daki bir üniversitede sözel alanlarda öğrenim gören öğrenciler için verilen fizik dersine devam eden 34 üniversite öğrencisi oluşturmuştur. Bu çalışmada “radyasyon nesnelere radyoaktif yapar”, “iyonlar radyoaktiftir”, “radyasyon materyal yapıdadır” ve “radyasyon bulaşır” kavram yanlışları tespit

edilmiştir. Tespit edilen kavram yanlışlarının temelinde ise öğrencilerin sahip olduğu işlevsiz zihinsel atom modelleri, radyoaktivite ve radyasyon kavramlarının öğrenciler tarafından birbirlerinin yerine ayırt edilmeksizin kullanılmaları ve zihinsel modellerin mikro ve makro boyutlardaki orantısızlıklarının bulunduğu ifade etmiştir.

Maidl ve DeKay (2012) öğrencilerin radyasyon ile ilgili ön fikirlerini ve bunların özelliklerinin tespiti için Amerika'nın orta-batı eyaletlerinden birindeki devlet yüksekokulunda fizik dersi alan 36 öğrenci ile bir araştırma yürütmüştür. Bu çalışmada veriler video kayıtlarından, ünite sonu mülakatlardan, ev ödevlerinden, sınıf içi gözlemler ve öğrenci ürünlerinden elde edilmiştir. Araştırmada öğrencilerin %88'inin radyasyonun materyal yapılı olarak kavradıkları, %76'sının radyasyon ve radyoaktiviteyi aynı kavramlar olarak algıladıkları ve %80'inin radyasyonun bulaşıcı olduğuna inandıkları tespit edilmiştir. Maidl ve DeKay burada tespit ettikleri kavram yanlışlarının birçok araştırmanın bulguları ile benzerlikler gösterdiğini ve radyasyonu radyoaktiviteden ayırabilen bireylerin iyonlaştırıcı radyasyonu daha doğru anlayabildiklerini ifade etmişlerdir.

Kilinc, Boyes ve Stanisstreet (2012) Türk öğrencilerinin nükleer güç konusundaki görüşlerini tespit için 2253 öğrenci ile tarama modeli bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada örneklem 3 farklı il (Kırşehir, Sinop ve Mersin) ve 5 farklı sınıftan (6, 7, 8, 9 ve 10. sınıf) seçilmiş öğrencilerden oluşturulmuştur. Öğrencilere kapalı uçlu sorulardan oluşan bir anket uygulanmış ve aşağıdaki kavram yanlışları tespit edilmiştir:

- Nükleer santrallerden radyoaktif madde sızıntısı olduğu için santralin etrafındaki her türlü canlıya zararlıdır.
- Radyoaktif atıklar küresel ısınmayı daha kötüleştirir.
- Nükleer santrallerin radyoaktif atıklarından kurtulmak büyük bir problemdir.

Neuman ve Hopf (2013a, 2013b) Avusturya da öğrenim gören 4, 5 ve 6. sınıf öğrencilerin radyasyon terimi ile bağdaştırdıkları fikirlerini tespit etmek için biri Fukuşima nükleer kazası öncesi diğeri de sonrası olmak üzere iki bilimsel

araştırma yapmışlardır. İlk araştırma 2009 yılında 509 öğrencileri ile yapılmış ve bu çalışmada öğrencilerden radyasyonla ilgili çizimler yapılması istendikten sonra örneklemeden seçilen 74 öğrenci ile mülakat yapılmıştır. Fukuşima nükleer kazasından 9 ay sonra aynı araştırma tekrarlanmış, 516 öğrenci çizimi ve 33 mülakat incelenmiş, elde edilen veri karşılaştırmalı analize tabi tutulmuştur. Her iki çalışmada da öğrencilerin “radyasyon” terimine bilimde “nükleer radyasyon” terime denk gelen anlamlar yükledikleri, radyasyonu her ne şartta olursa olsun zararlı ve kaçınılması gereken bir şey olarak algıladıkları ve radyasyonun doğal olmayıp suni (insan yapımı) bir olgu olarak kavradıkları tespit edilmiştir. Bunlara ek olarak Fukuşima nükleer kazasının “radyasyon” teriminin “nükleer radyasyon” terimi ile bağdaştırılmasını arttırdığı gözlenmiştir. Ayrıca, Fukuşima nükleer kazasının kitlesel iletişim araçlarında ve öğrencilerin sosyal çevresinde genişçe fakat bilimsel gerçeklere aykırı şekilde yer bulmasının tespit edilen yanlış kavramaların olası nedenlerinden olabileceği ifade edilmiştir.

Tsaparlis, Hartzavalos ve Nakiboğlu (2013) Türk ve Yunan öğrencileri ile nükleer bilim ve nükleer bilim okuryazarlığı konularında kapsamlı bir araştırma yürütmüştür. Çalışmaya Yunanistan’dan fizik eğitimi ve ilköğretim programlarında okuyan 189 birinci sınıf öğrencisi katılırken Türkiye’den fen edebiyat fizik, fizik eğitim, fen bilgisi ve ilköğretim programlarında okuyan 272 birinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Bu çalışmada öğrencilerden konuyla ilgili iki bilimsel makalenin okunması ve ardından makalelerle ilgili daha önceden hazırlanmış sorulara cevap verilmesi istenmiştir. Sorular cevaplandıktan sonra her bir öğrenciden ilgili anketi de doldurması istenmiştir. Araştırmada nükleer füzyon ve fisyonun birbirine karıştırıldığı, iyonlaştırıcı radyasyonun iyonlaştırıcı olmayan radyasyon türlerinden ayırt edilemediği, termal enerjinin atom içi nükleer reaksiyonları başlatan unsur olduğu, atomun fisyon yoluyla proton ve elektrona parçalandığı, büyük moleküllerin radyoaktivitenin tesiri ile bölünerek küçük moleküllere dönüştüğü, radyasyonun mutasyona sebep olduğu, radyoaktivitenin zararlı olduğu için tedavide kullanılamayacağı gibi kavram yanlışları tespit edilmiştir. Bunlara ek olarak araştırmada bilimsel okuryazarlığın yurttaşlık sorumlulukları ile kesiştiği noktalarda daha da önem kazandığından konu ile ilgili temel kavramların ve teknolojilerinin öğretim programlarının kaçınılmaz öğeleri olması gerektiği üzerinde durulmuştur.



Çelikbaş, Yalçinkaya ve Banoğlu'nun (2013) ilköğretim 5, 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin çevre algılarını ve çevre eğitimi hakkındaki görüşlerini tespit etmek amacıyla tarama modeli kullanarak tamamladıkları çalışmalarında toplamda 110 öğrenciye 5 açık uçlu soru yöneltilmiştir. 2012-2013 eğitim-öğretim yılında yürütülen bu çalışmada, öğrencilerden çevreye zarar veren etkenleri seçmesi istenmiş ve radyoaktif kirlilik en çok işaretlenen üçüncü seçenek olarak tespit edilmiştir. Araştırmada “radyoaktif kirlilik” konusunun sadece sekizinci sınıf ilgili ders müfredatında bulunmasına rağmen alt sınıfların da radyoaktif kirliliği işaretlemeleri araştırmacılar tarafından ilginç bulunmuştur. Araştırmacılar öğrencilerin radyoaktif kirliliği elektromanyetik kirlilik ile birbirine karıştırdığını ve elektronik araçların (cep telefonu, televizyon, bilgisayar vb.) zararları ilgili çıkan televizyon haberlerini izlemeleri sonucu radyoaktif kirliliğin doğaya zarar verdiğini düşündüklerini ve bu yüzden “radyoaktif kirliliği” üçüncü sıraya yerleştirmiş olabileceklerini rapor etmişlerdir.

Alanyazında nükleer kimya ve radyoaktivite konularında kavram yanlışlarının tespiti üzerine hazırlanmış araştırmalar incelendiğinde en çok karşılaşılan kavram yanlışları;

- (iyonlaştırıcı ışınlarla) ışınlanmış gıdalar zararlıdır.
- radyasyonun her türüsü zararlıdır.
- radyasyon insanların müdahalesiyle ortaya çıkar.
- her uranyum atomu nükleer yakıt olarak kullanılabilir.
- nükleer tepkimeler elektron alış verişiyle olur.
- radyasyon ve radyoaktivite aynı kavramların adıdır.
- X ışınları radyoaktif bir ışındır.
- radyoaktivite insanı zehirler.
- nükleer materyaller bir çeşit patlayıcıdır.
- Radyoaktif materyaller sonsuza kadar radyoaktiftir.

şeklinde özetlenebilir. Ayrıca bu çalışmalarda “radyoaktif sızıntı”, “rüzgârlarla sürüklenen radyasyon”, “radyasyon bulutları”, “nükleer bulutlar”,

“reaktörden sızan radyoaktivite”, “radyasyonun taşınması”, “radyoaktif toplanması” gibi kavram yanlışlarına işaret eden ifadeler de rastlanmıştır (Colclough, Lock ve Soares, 2011; Çelik ve Kılıç, 2005; Hafele, 2012; Morgil, Uludağ ve Yılmaz, 2004; Mubeen, Abbas ve Nisar, 2008; Nakiboğlu ve Tekin, 2006; Neumann ve Hopf, 2012; Neumann ve Hopf, 2013a, 2013b; Orna, 2011; Spaulding, Wiegand ve O'rourke, 2006; Usta ve Ayas, 2010).

### **Ülkemiz zorunlu eğitiminde günlük hayatta nükleer konusunun yeri**

Sınıf öğretmeni adayları zorunlu (4+4+4) eğitimlerini tamamladıktan sonra lisans eğitimlerine başlamaktadırlar. Dolayısıyla, ülkemizin zorunlu eğitim programlarındaki günlük hayatta nükleer konusu (GHNK) ile doğrudan veya dolaylı olarak ilgili kazanımlar sınıf öğretmeni adaylarının lisans eğitimlerine başlarken konu ile ilgili sahip oldukları bilgi birikiminin kestirimi için faydalı olacaktır.

MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı'nın hazırlamış olduğu öğretim programlarında günlük hayatta nükleer konusuyla direkt veya dolaylı olarak ilgili kazanımların varlığı göze çarpmaktadır. 2006-2015 yılları arasında hayat bilgisi, fen bilimleri, fen ve teknoloji, biyoloji, fizik ve kimya dersi öğretim programları incelenerek nükleer konularına dolaylı ve doğrudan temas eden ders kazanımları ve açıklamalar taranmıştır (tablo 4, tablo 5 ve tablo 6). Bunun yanında yapılan yenileme ve güncelleme çalışmalarıyla program içeriklerinde yıllara göre farklılıklar da karşımıza çıkmaktadır.

Günlük hayatta nükleer konuları ile ilgili kazanım veya açıklamaların bulunmadığı öğretim programları tablolara dâhil edilmemiştir. Ülkemizde zaman içinde bazı derslerin adları ve haftalık ders saatleri değişmiş olduğundan tablolarda sadece gerekli görülen yerlerde bunlara işaret edilmiştir.

6. ve öncesi sınıfların öğretim programlarında günlük hayatta nükleer konusu ile direkt veya dolaylı olarak ilgili bir kazanım veya açıklamaya rastlanılmamıştır. 7. sınıf 2006 öğretim programında ışınlarla alakalı bir kazanım mevcut iken 2013 yılında yenilenen öğretim programında güç santralleri ve ışığın madde ile etkileşimi eklenerek konu alanının genişletildiği görülmektedir (Tablo 4).

8. sınıfta ise 2006 yılı Fen ve Teknoloji dersi öğretim programında doğal radyoaktivite ile ilgili yalnız bir kazanım mevcutken, 2013 yılında yenilenen öğretim programında ise ilgili herhangi bir kazanım bulunmamaktadır (Tablo 4).

Tablo 4

7, 8, 9 ve 10. Sınıf Öğretim Programlarında GHNK ile İlgili Kazanımlar\*

| Sınıf | Ders                         | Ünite  | Yıl  |
|-------|------------------------------|--|--|
| 7     | Fen ve Teknoloji             | Işık   | Kazanım 2.2: İnsan gözünün fark edemeyeceği ışınların da olduğunu ifade eder. 2006   |
|       | Fen Bilimleri                | Elektrik Enerjisi<br>Aynalarda Yansıma ve Işığın Soğurulması | Kazanım 7.6.2.4: Güç santrallerinde elektrik enerjisinin nasıl üretildiğini araştırır ve sunar. 2013<br>Kazanım 7.4.2.1: Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğrulabileceğini keşfeder.  |
| 8     | Fen ve Teknoloji             | Maddenin Yapısı ve Özellikleri                               | Açıklama 1.1-1.4: Ayrıca radon gibi bazı radyoaktif elementler, kimilerine göre doğada vardır; kimilerine göre yoktur. 2006  |
|       | Biyoloji                     | Güncel Çevre Sorunları                                       | Kazanım: 9.3.1.1: Güncel çevre sorunlarının sebepleri ve olası sonuçlarını sorgular. 2013  |
| 9     | Kimya                        | Hayatımızdaki Kimya  | Açıklama 4.5: Çevre dostu alternatif enerjiler (nükleer enerji, güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, jeotermal enerji, gel-git enerjisi) konulu bir okuma metni verilir. Bu okuma metninde, nükleer atıkların ortaya çıkardığı tehlike, bu atıkların zararsız hale getirilme yöntemleri ve nükleer santrallerin deprem tehlikesi olmayan yörelere kurulması gereği işlenir. 2007                           |
|       | Fizik                        | Madde ve Özellikleri   | 2.2 Doğadaki elementlerin büyük bir kısmının bir dış etki olmadıkça kalıcı olduklarını; radyoaktif elementlerin ise kendiliklerinden başka elementlere dönüşebileceklerini örneklerle açıklar. 2007<br>2.3 Filyon ve füzyon olaylarında yeni çekirdeklerin oluştuğunu örneklerle açıklar.  |
| 10    | Kimya<br>2s/hft ve<br>3s/hft | Atomun Yapısı  | Kazanım 2.1: Thomson atom modelinin Rutherford deneyi ile geçersiz hâle gelişini açıklar. 2011<br>Kazanım 2.3: Elektromanyetik spektrumda ışın tiplerini frekans ve dalga boyu aralığı ile ilişkilendirir.<br>Kazanım 2.2: Işınların enerjisini dalga özellikleri ile ilişkilendirir (3s/hft).<br>Kazanım 2.3: Işınların tanecik modelini kullanarak ışın enerjisi birimini (foton) betimler (3s/hft). |
|       | Kimya                        | Kimya Her Yerde  | Kazanım 10.4.4: Hazır gıdaları seçerken ve tüketirken bilinçli davranır. 2013  |

\* MEB (2006; 2007a; 2007b; 2011a; 2011b; 2013b; 2013c; 2013d) öğretim programlarından uyarlanmıştır.

9. sınıf 2011 yılı Kimya dersi öğretim programında nükleer santraller konusuna ve Fizik dersi öğretim programında da radyoaktivite, fisyon ve füzyon reaksiyon konularına değinilmektedir. Diğer taraftan, 9. sınıflar için 2013 yılında yenilenen Fizik ve Kimya derslerinin öğretim programlarında GHNK ile ilgili herhangi bir kazanıma rastlanılmamıştır. 10. sınıf 2011 yılı Kimya dersi öğretim programında elektromanyetik radyasyon, radyasyon türleri ve ışığın tanecik

modeli ile ilgili kazanımlara yer verilirken 2013 te yenilenmiş öğretim programında sadece hazır gıdalarla ilgili (ışınlanmış gıdalar) bir kazanıma yer verilmiştir (Tablo 4).

Tablo 5

11. Sınıf Fizik ve Kimya Dersi Öğretim Programlarında GHNK ile İlgili Kazanımlar\*

| Ders  | Ünite  | Kazanımlar  | Yıl  |
|-------|--|---|------|
| Kimya | Çekirdek Kimyası (2s/hft ve 4s/hft)          | <p>Kazanım 1.3: İzotop çekirdeklerinin yapısı ile kararlılığı arasında ilişki kurar.</p> <p>Kazanım 1.4: Kararsız izotopların kararlı hâle geçiş mekanizmalarını (doğal radyoaktifliği) açıklar.</p> <p>Kazanım 2.1: Çekirdek dönüşümünü açıklar ve örneklendirir.</p> <p>Kazanım 2.2: Yaygın kullanılan yapay radyoaktif izotopların üretimini çekirdek dönüşümleriyle ilişkilendirir.</p> <p>Kazanım 2.3: Çekirdek fisyonunu örnek denklemlerle açıklar.</p> <p>Kazanım 2.4: Nükleer reaktörlerin işlevini ve çalışma ilkelerini açıklar.</p> <p>Kazanım 2.5: Nükleer enerjiyi sosyal, ekonomik ve çevre yönüyle sorgular.</p> <p>Kazanım 2.6: Geleceğin enerji kaynağı olarak füzyonu ve önemini açıklar.</p> <p>Kazanım 3.1: Radyoaktif ışınları giricilik ve iyonlaştırma özellikleri bakımından karşılaştırır.</p> <p>Kazanım 3.2: Aktiflik, “absorblanmış doz”, “biyolojik eşdeğer doz” kavramlarını ve bunların birimlerini, ışınların zararları ile ilişkilendirir.</p> <p>Kazanım 3.3: Radyoaktiflikten kaynaklanan tehlikelerden korunmak için alınacak tedbirleri sıralar.</p> <p>Kazanım 3.4: Radyoaktiflik ile ilgili uyarı işaretlerini tanıır.</p> <p>Kazanım 4.1: Radyoaktif izotopların kullanım alanlarını sıralar.</p> <p>Kazanım 4.2: Bilimsel araştırmalarda radyoaktif izotop kullanımına örnekler verir.</p> <p>Kazanım 4.3: Radyoizotopların tıptaki teşhis ve tedavi amaçlı uygulamalarına örnekler verir.</p> <p>Kazanım 4.4: Endüstride radyoizotopların kullanım ilkelerini açıklar.</p> | 2011 |
|       | Modern Atom Teorisi                          | <p>Kazanım 11.1.1.b: Atom altı taneciklerin (proton, elektron ve nötron) varlıklarının tahmini ve keşfi işlenir.</p> <p>Kazanım 11.1.1.c: Elektromanyetik ışınların dalga ve tanecik karakterine ilişkin kavramlar irdelenir.</p> <p>Kazanım 11.1.1.ç: Elektromanyetik spektrumun farklı bölgeleri tanıtılır.</p>   | 2013 |
| Fizik | Modern Fizik                                 | <p>Kazanım 1.3: Fotoelektrik olayını açıklar.</p> <p>Kazanım 3.12: Atomun enerji seviyelerinden yararlanarak atomun uyarılmasını yorumlar.</p>  | 2011 |
|       | Yıldızlardan Yıldızlılara (2s/hft ve 4s/hft) | <p>Kazanım 1.2: Yıldızların yaşam döngüsünü; kütle, enerji, ısıma, kütle çekimi ve basınca bağlı olarak açıklar.</p> <p>Kazanım 5.3. Kozmik ardalın ışımasının keşfinin evrenin yaşının tahminindeki rolünü açıklar.</p> <p>Kazanım 1.3: Yıldızlardan yayılan ışığı, yıldızlarda meydana gelen füzyon tepkimelerinde açığa çıkan enerjinin uzayda ışınım ile yayılması şeklinde açıklar (4s/hft).</p>   |      |

\* MEB (2011f; 2011g; 2011c; 2013d) öğretim programlarından uyarlanmıştır.

2011 yılı 11. sınıf Kimya dersi öğretim programında nükleer konusu, “çekirdek kimyası” ünite adı altında kapsamlı bir şekilde ele alınırken yenilenen

2013 yılı öğretim programında bu ünitenin bulunmadığı, yerine elektromanyetik radyasyon, spektrum, ışığın tanecik ve dalga modelleri ve atom parçacıkları konularının üzerinde durulduğu kazanımlar göze çarpmaktadır (Tablo 5). 2011 yılı 11. sınıf fizik dersi öğretim programında fotoelektrik, atomun uyarılması, yıldızların yaşam döngüsü gibi GHNK ile dolaylı olarak ilgili kazanımlara rastlanmaktadır.

Tablo 6

*12. Sınıf Fizik ve Kimya Dersi Öğretim Programlarında GHNK ile İlgili Kazanımlar\**

| Ders  | Ünite                                   | Kazanımlar   | Yıl  |
|-------|---|--|------|
| Kimya | Elementlerin Kimyası (2s/hft ve 3s/hft) | Kazanım 1.2: Evrendeki elementlerin bolluk oranlarını, büyük patlama teorisi ve yıldızlarda ağır element oluşumu ile ilişkilendirir.<br>Kazanım 1.3: Yer kabuğundaki element bolluk oranları ile dünyanın kozmik geçmişi arasında ilişki kurar.<br><i>Açıklama 4.2: Döteryum ve bileşiklerinin kullanım alanlarına, döteryum lambaları, nükleer reaktörlerdeki soğutma/ nötron yavaşlatma sistemleri ve bilimsel araştırmalar; trityumun kullanım alanlarına da kendinden ışıldaayan yazı ve işaretler (saat kolları ve rakamları gibi) ve nükleer füzyon sistemleri örnek verilecektir. (3s/hft).</i>   | 2011 |
|       | Dalgalar (2s/hft ve 3s/hft)             | Kazanım 5.1: Elektromanyetik dalganın oluşumunu açıklar.<br>Kazanım 5.2: Tayfta yer alan elektromanyetik dalgaların özelliklerine uygun olarak kullanıldığı yerleri açıklar.   |      |
| Fizik | Modern Fizik (2s/hft ve 3s/hft)         | Kazanım 1.3: X-ışınlarının özelliklerini açıklar.<br>Kazanım 4.1: Bazı atom çekirdeklerinin çeşitli yollarla enerji kaybedebildiklerini ifade eder<br>Kazanım 4.2: Radyoaktif bozunma sonucu atomun kütle numarası, atom numarası ve enerjisindeki değişimi açıklar.<br>Kazanım 4.6: Radyoaktifliğin organik numunelerin yaşlarının tayininde nasıl kullanıldığını açıklar<br>Kazanım 5.1: Çekirdek kaynaşması (füzyon) ve çekirdek bölünmesi (filyon) sonucu enerji açığa çıkabileceğini açıklar<br>Kazanım 5.2: Nükleer santrallerin çalışma ilkesini açıklar<br>Kazanım 5.3: Nükleer radyasyonun zararlarını ve korunma yollarını açıklar.<br><i>Kazanım 1.1: X-ışınlarının nasıl elde edildiğini açıklar (3s/hft).</i><br><i>Kazanım 4.3: Radyoaktif bozunmanın üstel doğasını açıklar (3s/hft)</i><br><i>Kazanım 4.4: Radyoaktif çekirdeğin bozunma hızını aktiflik olarak açıklar (3s/hft).</i><br><i>Kazanım 4.5: Belirli sayıdaki çekirdeğin bozunarak sayısının yarıya inme süresini hesaplar (3s/hft).</i> | 2011 |
|       | Dalga Mekaniği                          | Kazanım 12.3.2.2: Elektromanyetik dalgaların oluşum yollarını araştırır.   | 2013 |

\* MEB (2011f; 2011g; 2011h; 2013a) öğretim programlarından uyarlanmıştır.

Tablo 6'nın devamı

|       |   |   |
|-------|---|---|
| Fizik | Atom Fizikine Giriş ve Radyoakti vite       | Kazanım 12.4.1.2: Bohr atom teorisinde; atom yarıçapı, enerji seviyeleri, uyarılma, iyonlaşma ve ışın kavramlarını açıklar.<br>Kazanım 12.4.1.4: Atomun uyarılabilmesi yollarını analiz eder.<br>Kazanım 12.4.2.2: Atom altı parçacıkları sınıflandırır ve atom altı parçacıkların özelliklerini açıklar.<br>Kazanım 12.4.2.3: Atom altı parçacıklardan atomların oluşumuna yönelik çıkarımlar yapar.<br>Kazanım 12.4.3.1: Kararlı ve kararsız durumdaki atomların özelliklerini analiz eder.<br>Kazanım 12.4.3.2: Radyoaktif bozunma sonucu atomun kütle numarası atom numarası ve enerjisindeki değişimi açıklar.<br>Kazanım 12.4.3.3: Nükleer fisyon ve füzyon olaylarını açıklar.<br>Kazanım 12.4.3.4: Radyasyonun canlılar üzerindeki olumlu ve olumsuz etkilerini tartışır. |
|       | Modern Fizik                                | Kazanım 12.5.3.1: Fotoelektrik olayda elektron koparılma şartlarını belirler.<br>Kazanım 12.5.3.5: Fotoelektrik olayın teknolojideki uygulamalarını araştırır ve fotoelektrik olayın uygulanabileceği yeni tasarımlar yapar.<br>Kazanım 12.5.4.1: Compton olayında foton ve elektron etkileşimini açıklar.<br>Kazanım 12.5.4.3: Madde ve dalgayı birbiri ile ilişkilendirir.  |
|       | Modern Fizik'in Teknoloji deki Uygulamaları | Kazanım 12.6.1.1: Görüntüleme cihazlarının çalışma prensiplerini ilgili fizik konularıyla bağlantı kurarak açıklar.<br>Kazanım 12.6.5.1: X ışınlarının özelliklerini ve elde edilme yollarını açıklar.<br>Kazanım 12.6.5.2: X ışınlarının teknolojide kullanım alanlarına örnekler verir.<br>Kazanım 12.6.5.3: X ışınlarının canlılar üzerindeki etkilerini açıklar.  |

2013 yılı 12. sınıf Kimya dersi öğretim programında nükleer konusu ile ilgili iki kazanım görünürken, 2013 yılı kimya dersi öğretim programında konu ile ilgili bir kazanıma rastlanılmamıştır. 2011 yılı 12. sınıf fizik dersi öğretim programında nükleer konusu ile dolaylı veya direk olarak ilgili 11 kazanımın, yenilenen 2013 öğretim programında 19'a çıkarıldığı tespit edilmiştir.

### **Sınıf öğretmeni kimdir ve neden önemlidir?**

Her eğitim sisteminin başlıca üç temel ögesi vardır: Öğretmen, öğrenci ve eğitim programı. Sürekli olarak birbirleri ile etkileşim içinde olan bu üç unsurun öğrenci ile birebir ve eğitsel bir bağ kurarak, onların mesleki ve kişisel gelişimlerini başarılı bir şekilde sürdürmelerine en büyük katkıyı sağlayacak olan öğretmen ögesidir (Gültekin, 2015). Eğitim sistemlerinin başarısı onu uygulayacak olan öğretmenlerin niteliklerine ve gerekli olan donanıma sahip olmasına bağlıdır (Abazoğlu, 2014; Gültekin, 2013; Ubuz ve Sarı, 2009).

1739 sayılı Milli Eğitim Temel Kanunu'nun üçüncü kısım, 43. maddesi öğretmenliği şöyle tanımlar: "Öğretmenlik, devletin eğitim, öğretim ve bununla ilgili yönetim görevlerini üzerine alan özel bir ihtisas mesleğidir. Öğretmenler bu

görevlerini Türk Milli Eğitimi'nin amaçlarına ve temel ilkelerine uygun olarak ifa etmekle yükümlüdürler. Öğretmenlik mesleğine hazırlık genel kültür, özel alan eğitimi ve pedagojik formasyon ile sağlanır” (1739 Devlet Memurları Kanunu, 1965). Sınıf öğretmenleri ise Talim ve Terbiye Kurulu tarafından; çalıştığı eğitim kurumunda, sorumlu olduğu öğrencilere, okuma-yazma, temel vatandaşlık, matematik, sosyal bilimler, doğa bilimleri, sanat ve spor gibi konularda eğitim veren kişiler olarak tanımlanmıştır (URL-4).

Bunun yanında Milli Eğitim Bakanlığı İlköğretim Kurumları Yönetmeliğinin 64. Maddesinde “İlköğretim okullarında dersler sınıf veya branş öğretmenleri tarafından okutulur” hükmü yer almaktadır (25212 MEB İlköğretim Kurumları yönetmeliği, 2003). Bu kanun gereğince ilk dört yıllık ilkokul eğitimi sınıf öğretmenleri tarafından verilmektedir.

Çocuklara ilk yıllarda verilen eğitim onların yaşantıları, gelecekleri, etraflarına karşı tutumları ve şahsi hayatları üzerinde önemli bir etki bırakabilmektedir. Çünkü okul öncesi eğitim dışında diğer bütün eğitim kademelerindeki öğretmenlerle kıyaslandığında sınıf öğretmenlerinin, ilkokul dönemindeki çocuğun hayatında çok daha önemli bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Bundan dolayı, eğitimin erken yıllarında çocuklar ile etkileşime geçerek onların geleceğini biçimlendirme ve sağlıklı bir kişilik kazanmalarına yardımcı olma vazifesi sınıf öğretmenlerine düşmektedir. Öğretmen, hazırladığı zengin, adapte olunabilir ve güvenli bir çevre ile çocukların zihni ve bedensel gelişim aşamalarını kolay ve başarılı bir şekilde geçmelerini sağlarken diğer taraftan eksik veya uygun olmayan ortamlar meydana getirerek öğrencileri sınırlandırabilir, zihni gelişimlerini yavaşlatabilir veya engelleyebilir (Senemoğlu, 1994).

Öğretmenler, toplumların önemli öğeleridir. Toplumun, mesleği ne olursa olsun gelecekteki insan gücü unsurunu öğretmenler yetiştirir. Bundan dolayı öğretmenler toplumların geleceğini şekillendirilen toplum mimarlarıdır. Gelecek nesillerin beceri ve yeterlilikleri, onları yetiştiren öğretmenlerin özellikleri ile benzerlikler gösterir. Dolayısıyla, nitelikli sınıf öğretmeni yetiştirme, nitelikli nesil yetiştirme ile özdeştir denilebilir (Genç, 2005).

İlkokul çocuk için hayatındaki en önemli dönüm noktalarından biridir. Ailesinden ilk defa ayrılan çocuk, gününün büyük çoğunluğunu okul ortamında kendisi gibi akranlarıyla geçirmeye başlar ve bu evrede çocuğun hayatına geleceğine büyük ölçüde yön verecek yetişkin kişi olan öğretmeni girer. Bu aşamada öğretmen ve öğrenci arasında temelleri atılan eğitsel ilişkinin olumlu ve sevgiye dayandırılması, çocuğun gelecekteki eğitim-öğretim hayatının köklerinin sağlam atılması açısından son derece önemli görülmektedir. Uzmanlar, çocukların okula başlamalarını, doğumdan sonra anneden ikinci ayrılış olarak tanımlamaktadırlar. Bundan dolayı, bazı çocuklar için bu aşama yoğun stres ve gerginliğe sebep olabilmektedir. Çocuğun hayatındaki bu önemli olayda da işinin ehli sınıf öğretmenlerinin uzman rehberliği bir kez daha önemini hissettirmektedir (Sarp, 1995).

Öğretmenlerin beceri, yetenek ve kişisel karakteristikleri çocuğun eğitsel gelişimini pozitif veya negatif yönde etkileyebilmektedir.

Bu bağlamda,

- İlk öğretmeni, okula başlayan çocuğun hayatındaki en önemli kişilerden biridir.
- Özellikle bayan sınıf öğretmenlerinin öğrenciler tarafından anne yerine konduğu ve görüldüğü olağandır. Çünkü bayan öğretmenler gerektiğinde çocuğa giyinmesinde, beslenmesinde, elbisesini çıkarmasında veya asmasında sürekli yardımcı olduğundan, davranışları ve içtenliğiyle anneye benzetilir.
- Öğrencinin gelişimine yön veren faktörlerden biride öğretmen davranışları olarak kabul edilmektedir. Yapılan araştırmalarda, akademik ve sosyal gelişim sürecinde olan öğrencinin süreç içinde ilerleyişi ve başarısı ile öğretmenin kişisel nitelikleri arasında bir ilişki olduğu saptanmıştır.
- Bulgular aynı öğretmenin öğrenciler tarafından çok farklı şekillerde tanımlandıklarını ortaya çıkarmıştır. Bu aynı zamanda öğretmenin öğrenci üzerindeki etkisinin öğrenciden öğrenciye nasıl değiştiğini de göstermektedir. Örneğin, başarılı olarak tanımlanan çocuklar



öğretmenlerini yakın, içten ve ilgili bir şahıs olarak tarif ederken, başarısız olarak tanımlanan öğrencilerin aynı öğretmeni ilgilenmeyen ve soğuk bir kişi olarak algılandıkları görülmüştür (Mussen, Kagan ve Conger,1963).

### **Sınıf öğretmenlerinin sahip olması gereken özellikler nelerdir?**

İyi bir öğretmen öğrenci başarısında çok büyük ve pozitif farklılıklara sebep olmaktadır (Goldhaber, 2002). Buna ek olarak öğretmenlerin sahip olduğu nitelikler öğrenci davranışlarına da yansıyan en etkili öğelerden biridir. Bundan dolayı geleceğin öğretmenlerinin sahip olması istenilen niteliklerin belirlenmesi ve öğretmenlerin bu hedefler doğrultusunda yetiştirilmesi aynı zaman da gelecek nesillerin geleceğe daha iyi hazırlanması için büyük bir öneme sahiptir (Gültekin, 2015).

Günümüze kadar birçok eğitim filozofu tarafından çok farklı ideal öğretmen portreleri çizilmiştir. Bu portrelerdeki tanımlamalarda ise filozofların benimsedikleri eğitsel akımlara veya sahip oldukları dünya görüşlerine göre kendini hissettiren çeşitli farklılıkların var olduğu göze çarpmaktadır. Örneğin Sokrates öğretmeni “ebe” ifadesi ile tanımlamaya çalışmıştır. Plato bilginin kullanımını içinde bir “sanatçı”; Bergman “diyalog kondüktörü”; Cicero “kültür tedarikçisi”; Freire “kurtarıcı”; Breiter “öğretme bilimine odaklanan kişi”; Aristo “rol model”; Locke “deneyselci” ; Watson “eğitmen”; Rousseau “doğayla uyumlu eğitici”; Bagley “özcü; Luvensfeld “yaratıcı öğretmen”; Barth “toplumcu”; Frankel “varoluşçu”; Feuerstein “arabulucu”; Neill “çocuk merkezli” ve Foucault’ta “postmodernist” ifadeleriyle tanımlamışlardır (Palmer, 2001).

Arzu edilen özelliklere sahip öğretmenleri tanımlamak için literatürde birçok farklı ifadenin kullanılmış olduğu göze çarpmaktadır. “İdeal öğretmen”, “iyi öğretmen”, “etkili öğretmen”, “başarılı öğretmen”, “profesyonel öğretmen”, “mükemmel öğretmen” gibi ifadeler en çok rastlanan ifadelerdir (Gültekin, 2015). Strader (2009) ise bu ifadelerin hepsinin eşanlamlı olduğunu aynı kavramın özelliklerini temsil ettiğini iddia etmektedir.

Senemoğluna (1994) göre bir sınıf öğretmeni ilkökul eğitim programında bulunan alanlarda kendine güven duyacak seviyede bilgi sahibi olmanın yanında

bunların öğretimini de yeterli seviyede bilmeli; bilgiyi aktarmadan daha çok, öğrencilerin kendi öğrenme yollarını bulmada onlara rehberlik yapabilmeli; çocukların gelişim düzeylerini ve ihtiyaçlarını tanıyabilmeli; öğrenme ortamını çocukların ilgi ve ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde düzenleyebilmeli; öğrenme aktivitelerini öğrencilerin gelişimlerine yardımcı olacak şekilde hazırlayabilmeli; uygulanan etkinlikler sonrasında hedeflenen kazanımlara ne oranda ulaşılabildiğini ölçmek için gerekli olan uygun ölçme ve değerlendirme tekniklerini uygulayabilmeli; okulundaki meslektaş ve personel, öğrenci velileri ve okulunun hizmet verdiği toplum ile etkili iletişim kurabilme ve işbirliği yapabilme becerilerine sahip olmalıdır.

Farklı eğitsel ideolojiler ve modern çağın yaşantımıza kazandırdıkları göz önünde bulundurulduğunda ideal bir öğretmenin sahip olması gereken özellikler dört başlık altında incelenebilir (Lamm, 1972, 2000; Akt: Arnon ve Reichel, 2007).

- Kültürel aktarım: İyi bir öğretmen aynı zamanda bir kültür taşıyıcısıdır. Öğretmenler belli bir kültüre sahip olmalı, kültürel zenginliği ve değerleri iyi tanımalı ve bunları öğrencilere aktarabilecek kabiliyette olmalıdırlar.
- Sosyalleşme: Öğretmen sosyal normları aktararak mevcut sosyal düzenin muhafazasını sağlayan sosyalleşme aracıdır. 1960'lardan sonra ise öğretmeni öğrencilerini toplumun yardımsever ve ilgili birer üyesi olmaları konusunda cesaretlendiren, sosyal değişimin etmeni olarak gören farklı bir yaklaşım ortaya çıkmıştır.
- Bireyselleştirme: Öğretmen her bir öğrencisi için geliştirici, şekillendirici ve yol gösterici bir role sahiptir. Öğretmenler, eğitimsel bilgiye sahip, serbest fikirli ve öğrencilerin yeni veya farklı düşüncelerine karşı da açık ve anlayışlı olmalıdır.
- Konu alanı uzmanı: İdeal öğretmen kendi alanında uzmanlığa sahip olmalı ve bilgisini öğrenciye aktarabilmelidir. Aynı zamanda sürekli araştırmalar yaparak kendi alanında uzmanlığını artırmalıdır.

Profesyonel Öğretim Standartları Ulusal Kurulu (NBPTS, National Board for Professional Teaching Standards) ise başarılı bir ilk veya ortaokul öğretmenin 5 çekirdek özelliğe sahip olması gerektiğini ifade etmiştir. Bunlar:

- Öğretmenler kendilerini öğrencilerine ve onlara bir şeyler öğretmeye adanmış olmalıdır. Her öğrencinin öğrenebileceği inancıyla, farklılıkları da işin içine katarak, eşitlik çerçevesi içinde etkinliklerini yürütmelidir.
- Öğretmenler kendi alanlarını ileri düzeyde bilmenin yanında öğrencilere nasıl öğretileceğine de hâkim olmalıdır. Öğretmenler kendi alan bilgileri yanında, alanlarının diğer alanlar ile ilişkisine ve kendi alan bilgisinin üretimi ve organize edilmesi gibi konulara da hâkim olmalı. Ayrıca bu birikimin öğrencilere nasıl aktarılacağı ile ilgili eğitsel strateji ve ders materyallerini ustalıkla kullanabilme kabiliyetlerine sahip olmalıdır.
- Öğrencinin öğrenimini takip etmek ve yönlendirmek öğretmenin sorumluluğunda olmalı ve gerektiği şekilde yapılmalıdır. Sağladığı emniyetli öğrenme ortamı ile başarılı bir öğretmen, öğrencilerin ilgi ve merakını sürekli canlı tutarak öğrenme işlemine aktif katılımlarını sağlayabilmeli ve bunu eğitsel açıdan değerlendirerek gerekli gördüğü modifikasyonları kolaylık ve ustalıkla yapabilmelidir. Bunun yanında öğretmenler, öğrenme faaliyetlerinin ne kadar başarılı olduğunu ölçerek, gerektiğinde öğrencileri motive ederek zamanı en iyi şekilde nasıl kullanması gerektiğini bilmelidir.
- Öğretmenler meslekleri ile ilgili olarak sistematik düşünme ve deneyimlerinden öğrenme kabiliyetine sahip olmalıdır. Öğretmenlerin eğitsel kararları, sadece alan ve ilgili literatür birikimi ile değil aynı zamanda kendi edindiği tecrübeleri tarafından da yönlendirilmelidir. Böylece hayat boyu öğrenmenin en güzel örneğini kendisi öğrencilerine örnek olmakla göstermelidir.
- Öğretmenler içinde buldukları öğrenen toplumun (okul) bireyleri olduklarını farkında olmalı. Hizmet verdiği okul personeli, yetkili

uzmanlar ve görevliler ile daha önceden belirlenmiş eğitsel hedeflere tam anlamıyla ulaşmak için uyum içinde çaba ve gayret sarf etmelidir.

Ubuz ve Sarı (2009) ideal bir sınıf öğretmenin vasıflarını “kişisel karakteristikler”, “beceriler”, “konu ve konu anlatımına hâkimiyet”, “profesyonel gelişim” ve “takdir” başlıkları altında toplamış; kişisel karakteristiklere insani boyutlar taşıdığından diğer karakteristiklerden daha çok önem verildiğini ifade etmişlerdir. Bunlara ek olarak, öğretmenlik mesleğinin temelinde insancıl bir nitelik olan sevgi bulunduğundan, öğretmenin kişisel karakteristik boyutu içinde olan “öğretmeye adanmışlık” niteliğinin öğretmenlerde aranan esas özelliklerden olduğunu belirtmişlerdir.

İlkokul yıllarında öğrencilerin vakitlerinin çoğunu sınıf öğretmenleriyle geçirmesinden dolayı sınıf öğretmenin yeterliliğinin ve kişiliğinin öğrenciler üzerinde bırakacağı etkinin önemine vurgu yapan Tatar (2004) etkili bir sınıf öğretmenini şöyle nitelendirmiştir:

- Mesleki eğitimini iyi bir şekilde almıştır.
- Mesleki alanına hâkimdir.
- Dersini, konu ve öğrencinin seviyesine en uygun metod ve strateji ile hazırlar.
- Derslerde açık ve anlaşılır bir dil kullanır.
- Öğretebileceği konusunda tam bir iç güvene sahiptir.
- Öğrencilerinin öğrenebilecekleri konusunda öğretmenlerine güveni tamdır.
- Öğrencilerle sağlıklı ve dengeli bir seviyede iletişimi kurar.
- Öğrenmeyi, öğrenciler için kolaylaştırıcı kişilik özelliklerine sahiptir.

Literatürde nitelikli bir sınıf öğretmenini tanımlamak için birçok kavram (“ideal öğretmen”, “iyi öğretmen”, “etkili öğretmen” vs.) bulunmasına rağmen bu kavramların tanımladıkları özellikler üzerinde bir görüş birliği bulunmadığı da gözden kaçmamaktadır. Dolayısı ile ideal bir öğretmenin tanımı değişiklikler arz etmektedir. Buna ek olarak Rubio (2009) ideal bir öğretmenin sahip olması

gereken özelliklerin kişiden kişiye değiştiğini ve farklılıklar gösterdiğini belirtmiştir. Ubuz ve Sarı (2009) ideal öğretmenin kim olduğu sorusunun zor bir soru olduğunu, bu konu ile ilgili çalışmaların halen devam etmekte olduğunu belirtmişlerdir.

### **Sınıf öğretmeni yetiştirme sistemi**

Sınıf öğretmenliği diğer öğretmenlik alanları ile kıyaslandığında yetiştirilmek istenen insan grubu, çalışma alanı ve amaçları bakımından büyük farklılıklar göstermektedir. Sınıf öğretmenliği mesleği çok erken yaşlardan itibaren eğitime başlayan bir öğrenci kitlesi ile iletişimi içerdiğinden; ayrıca temel bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerilerin kazandırılması hedeflendiğinden, öğrencilerin ileriki yıllardaki kişisel ve akademik hayatlarını etkileyebilecek stratejik bir öneme sahiptir. Bu da, yüksek nitelikli eğitim programları ile yüksek nitelikli öğretmenlerin yetiştirilmesini gerekli kılmaktadır (Eraslan, 2008).

Sınıf öğretmenliği yetiştirme programları 1924' ten günümüze kadar geçen sürede içerik ve öğretim politikaları yönünden birçok değişikliğe uğramıştır. En köklü değişiklik ise 1989-1990 yılında sınıf öğretmeni yetiştirme programlarının yeniden düzenlenerek lisans düzeyine (4yıl) çıkartılmasıdır. Böylece sınıf öğretmenlerinin üniversitelerde yükseköğrenim görmesi gerektiği düşüncesi gerçeğe dönüştürülmüş ve sınıf öğretmenliğinin önemi sınıf öğretmenliği yetiştirme programlarında yapılan bu değişiklik ile akademik hayata yansıtılmıştır. Yapılan bu değişiklik ile sınıf öğretmenlerinin mesleki uzmanlıkları daha yüksek bir seviyeye çıkartılmıştır (Doğan, 2004). Böylece sınıf öğretmen adaylarının belirli standartlar çerçevesinde yetiştirilmesi sağlanmış ve bu adaylara bilimsel araştırma ve akademik yayın üretme gibi faaliyetlerin yapıldığı bir eğitim ortamında kabiliyetlerini geliştirme fırsatı sunulmuştur. Bununla birlikte sınıf öğretmen adaylarının bilimsel veya akademik kariyer çalışma yapma imkânları artırılmıştır (Doğan, 2004).

Daha sonraki yıllarda 04.11.1997 tarihli YÖK Yürütme Kurulu 97.30.2761 sayılı kararı ile 1998-1999 eğitim-öğretim yılından başlamak üzere “sınıf öğretmenliği” bölümleri için bir değişikliğe gidilerek “sınıf öğretmenliği” bölümü “ilköğretim bölümü” altında “Sınıf Öğretmenliği Anabilim Dalı” olarak

değiştirilmiştir (Aydın, Şahin ve Topal, 2008). Diğer taraftan Ada (2001), program değişikliklerinin nedeni ve nasıl yapıldığı hakkında yeterli bilimsel araştırmanın yapılmamış olması, konunun bilimsel altyapısı ile ilgili endişeler doğurduğunu ifade etmiştir.

Ülkemizde ortaöğretimden yükseköğretime geçişte öğrencilerin girmek zorunda olduğu iki aşamalı bir sınav sistemi bulunmaktadır. Yükseköğretime geçiş sınavları Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Merkezi (ÖSYM) tarafından hazırlanmakta ve uygulanmaktadır. İlk aşama “Yükseköğretime Geçiş Sınavı” (YGS) olarak isimlendirilmiş ortak ve tek bir sınavdır. İkinci aşama ise Lisans Yerleştirme Sınavı (LYS) olarak adlandırılmış olup farklı türde sınavlardan oluşmaktadır. Herhangi bir üniversitenin sınıf öğretmenliği lisans programına kayıt yaptırabilmek için YGS’den en az 180 puan alarak ikinci aşama (LYS) sınavına hak kazanmak ve ikinci aşamada da arzu edilen üniversite için gerekli olan puana ulaşmak gerekmektedir. Sınav sisteminin ikinci aşaması “Lisansa Yerleştirme Sınavları” (LYS) olarak adlandırılmaktadır ve farklı türde testlerden oluşmaktadır. İkinci aşamada uygulanan her test ayrı ayrı değerlendirmeye alınır. Adayların her bir test için puanı ayrı ayrı hesaplanır. Böylece adayların testlerde gösterdiği başarı her test türüne göre, en düşük 100 en yüksek 500 puan olmak üzere değerlendirilir. Ülkemizde Sınıf öğretmenliği programları Türkçe-Matematik (TM) puan türüne göre öğrenci kabul ettiklerinden adayların sınıf öğretmenliği bölümlerine yerleştirilmesi bu puan türüne göre ÖSYM tarafından gerçekleştirilir (ÖSYM, 2015).

Sınıf öğretmenliği lisans programı 8 yarıyıldan meydana gelmektedir ve tabloda 7’de sınıf öğretmenliği lisans programının içerdiği dersler yarıyıl bazında listelenmiştir (URL-3). Buna ek olarak, sınıf öğretmenliği lisans programında bulunan derslerin içerikleri ile ilgili bilgiye Yüksek Öğretim Kurumu resmi internet sitesinden ulaşılabilmektedir. Fakat YÖK resmi internet sitesindeki ders içerikleri ile ilgili açıklamalarda derslerin içerikleri konu başlıkları halinde sıralanırken, (psikomotor, bilişsel ve duyuşsal) ders kazanımlarına yer verilmemiştir. Buna ek olarak, sınıf öğretmeni lisans programı ders içeriklerinde öğrenme-öğretme işleminin temel bileşimlerinden olan ölçme ve değerlendirme

strateji ve yaklaşımları konusunda bir açıklama bulunmamaktadır (Çakmak ve Civelek, 2013; URL-3).

Tablo 7

*Sınıf Öğretmenliği Lisans Programı*

| 1. Yarıyıl                           |         | 2. Yarıyıl                             |         |
|--------------------------------------|---------|--|---------|
| Temel Matematik I                    | Zorunlu | Temel Matematik II                     | Zorunlu |
| Genel Biyoloji                       | Zorunlu | Genel Kimya                            | Zorunlu |
| Uygarlık Tarihi                      | Zorunlu | Türk Tarihi ve Kültürü                 | Zorunlu |
| Türkçe I:Yazılı Anlatım              | Zorunlu | Genel Coğrafya                         | Zorunlu |
| Atatürk İlk.ve İnkılap Tarihi I      | Zorunlu | Türkçe II:Sözlü Anlatım                | Zorunlu |
| Yabancı Dil I                        | Zorunlu | Atatürk İlk.ve İnkılap Tarihi II       | Zorunlu |
| Bilgisayar I                         | Zorunlu | Yabancı Dil II                         | Zorunlu |
| Eğitim Bilimine Giriş                | Zorunlu | Bilgisayar II                          | Zorunlu |
|                                      |         | Eğitim Psikolojisi                     | Zorunlu |
| 3. Yarıyıl                           |         | 4. Yarıyıl                             |         |
| Türk Dili I: Ses ve Yapı Bilgisi     | Zorunlu | Türk Dili II: Cümle ve Metin Bilgisi   | Zorunlu |
| Genel Fizik                          | Zorunlu | Çocuk Edebiyatı                        | Zorunlu |
| Müzik                                | Zorunlu | Türkiye Coğrafyası ve Jeopolitiği      | Zorunlu |
| Beden Eğitimi ve Spor Kültürü        | Zorunlu | Sanat Eğitimi                          | Zorunlu |
| Fen ve Teknoloji Lab. Uygulamaları I | Zorunlu | Fen ve Teknoloji Lab. Uygulamaları II  | Zorunlu |
| Çevre Eğitimi                        | Zorunlu | Müzik Öğretimi                         | Zorunlu |
| Felsefe                              | Zorunlu | Beden Eğitimi ve Oyun Öğretimi         | Zorunlu |
| Sosyoloji                            | Zorunlu | Güzel Yazı Teknikleri                  | Zorunlu |
| Öğretim İlke ve Yöntemleri           | Zorunlu | Bilimsel Araştırma Yöntemleri          | Zorunlu |
|                                      |         | Öğretim Teknolojileri ve Materyal Tas. | Zorunlu |
| 5. Yarıyıl                           |         | 6. Yarıyıl                             |         |
| Matematik Öğretimi I                 | Zorunlu | Matematik Öğretimi II                  | Zorunlu |
| Fen ve Teknoloji Öğretimi I          | Zorunlu | Fen ve Teknoloji Öğretimi II           | Zorunlu |
| İlkokuma ve Yazma Öğretimi           | Zorunlu | Türkçe Öğretimi                        | Zorunlu |
| Hayat Bilgisi Öğretimi               | Zorunlu | Sosyal Bilgiler Öğretimi               | Zorunlu |
| Drama                                | Zorunlu | Erken Çocukluk Eğitimi                 | Zorunlu |
| Ölçme ve Değerlendirme               | Zorunlu | Topluma Hizmet Uygulamaları            | Zorunlu |
| Sınıf Yönetimi                       | Zorunlu | Okul Deneyimi                          | Zorunlu |
| 7. Yarıyıl                           |         | 8. Yarıyıl                             |         |
| Görsel Sanatlar Öğretimi             | Zorunlu | Birleştirilmiş Sınıflarda Öğretim      | Zorunlu |
| Din Kült. ve Ahl. Bilgisi Öğretimi   | Zorunlu | Türk Eğitim Tarihi                     | Zorunlu |
| Trafik ve İlk Yardım                 | Zorunlu | İlköğretimde Kaynaştırma               | Zorunlu |
| Cumhuriyet Dönemi Türk Edebiyatı     | Zorunlu | Öğretmenlik Uygulaması II              | Zorunlu |
| Etkili İletişim                      | Zorunlu | Türk Eğitim Sistemi ve Okul Yönetimi   | Zorunlu |
| Öğretmenlik Uygulaması I             | Zorunlu | Seçmeli                                |         |
| Rehberlik                            | Zorunlu | Seçmeli                                |         |
| Özel Eğitim                          | Zorunlu |  |         |

Tablo 7 incelendiğinde sınıf öğretmeni lisans programının farklı ders başlıkları altında gözlem, staj ve öğretmenlik uygulamalarıyla ele alındığı görülmektedir. Bunun yanında, sınıf öğretmeni lisans programının MEB tarafından hazırlanan “Sınıf Öğretmeni Özel Alan Yeterlikleri” göz önünde

bulundurulmuş olmasına rağmen özel alan yeterliklerinin ancak %85'inin ders içeriklerinde vurgulandığı görülmüştür (Çakmak ve Civelek, 2013). Ülkemizde bütün yükseköğretim programlarında olduğu gibi sınıf öğretmenliği yetiştirme programı da merkezi yönetim sistemi olan Yükseköğretim Kurulu'na bağlı olarak Milli Eğitim Bakanlığı ile koordineli bir şekilde kontrol edilmektedir. Fakat diğer Avrupa ülkelerine bakıldığında yerel yönetim ve sınıf öğretmeni adayları ailelerinin de bu kontrol mekanizmasına katıldıkları görülmektedir (Orman, 2012).

Sınıf öğretmeni yetiştirme programlarının kaliteli öğretmen yetiştirmede istenilen başarı seviyesine ulaşılabilmesi için tek başına yeterli olamayacağı ifade edilmekle birlikte, öğretmen adayının öğretmen olma isteği, öğretmenlik mesleğine karşı duyduğu ilgi, meslek için uyumu, kişilik yapısı gibi öğelerinde önem taşıdığı vurgulanmaktadır. Bununla birlikte başarılı öğrencilerin mesleğe çekilmesinin sağlanması ve öğretmenleri yetiştiren öğretim elemanlarının nitelikleri, öğretim alanlarının fiziki durumu, öğretim araç ve gereçleri, mesleklerine toplumda verilen değer ve toplum içindeki statüleri de programın başarısını etkileyen faktörlerdendir (Doğan, 2004).

Çoban (2011) sınıf öğretmenliği programındaki derslerin, eğitim fakültesinde görevli öğretim elemanları tarafından verilmesi gerektiği üzerinde durmaktadır. Ayrıca, öğretmen yetiştirme de bir eğitim-öğretim süreci olduğundan dersleri veren öğretim görevlilerinin belli bir öğretmenlik formasyon ve deneyimine sahip olmasının verilen eğitimin kalitesini arttıracaklarını ifade etmiştir.

Ülkemizde öğretmen yetiştirme programlarında kullanılan modellerden hedeflenen başarı seviyesine ulaşamamasının nedenlerinden biri, bir öncekinden elde edilen bilgi ve tecrübenin yeni uygulamaların hazırlanması sürecindeki oluşum aşamalarına dâhil edilip hesaba katılmamasıdır (Ada, 2001). Başka bir neden ise öğretmen yetiştirme programlarında sosyal beceri, kişisel değer ve tavırların geliştirilmesinden daha çok salt bilgi aktarımının öne çıkmasıdır. Başka bir ifadeyle derslerde bilgi aktarımının öğretimin sosyal hedeflerinin önüne geçtiği gözlenmektedir (Doğan, 2004).



## **Ülkemiz sınıf öğretmenliği lisans programlarında günlük hayatta nükleer konusunun yeri**

İlkokul yıllarında kazanılan bilgilerin yetişkinlik yıllarına kadar bozulmamış bir şekilde, olduğu gibi kalabildiği bir gerçektir (CUSE, 1997). Bu aynı zamanda bilimin gerçekleri ile uyuşmayan, yanlış veya eksik olarak kazanılmış bilginin de (kavram yanılgıları) ileriki yıllara aktarılması anlamına gelmektedir.

Araştırmacılar radyasyon, radyoaktivite ve ilgili konuların bireysel güvenlik, demokratik karar verebilme ve bu konuların günlük hayattaki yerleri açısından toplum bireyelerine öğretilmesinin çok önemli olduğunu savunmaktadırlar (Henriksen, 1996; Millar, Kalssen ve Eijkelhof, 1990). Fakat öğretmenlerin kavram yanılgısı kaynaklarından biri olması, kavram yanılgılarının formal eğitim süreci ile ilkökul seviyesindeki öğrencilere de aktarılmasına neden olabilmektedir (Colclough, 2007). Bundan dolayı sınıf öğretmen adaylarının GHNK ile ilgili sahip olduğu kavram yanılgılarının tespiti ve giderilmesi, bu kavram yanılgılarının formal eğitim içinde başlangıç noktası sayılabilecek ilkökul seviyesinde giderilmesi açısından önemli bir konudur.

Ülkemizde örgün eğitimde öğrenim gören orta öğrenim öğrencilerinin dokuzuncu sınıfın sonuna geldiklerinde gelecekte hedefledikleri üniversite bölümlerine göre ders seçimleri yapmaları gerekmektedir. Bu, farklı bölümlerin farklı puan türlerine göre öğrenci kabul etmesinden kaynaklanmaktadır. Bunlarda genel olarak Türkçe-Matematik (TM, eşit ağırlık), Matematik-Fen (MF, sayısal ağırlık), Türkçe-Sosyal (TS, sözel ağırlık) ve dil olmak üzere dört ana alana ayrılmıştır (ÖSYM, 2015). Sınıf öğretmenliği lisans programları TM puan türüne göre öğrenci kabul etmektedirler. Öte yandan, diğer puan türlerine (alanlara) göre eğitimlerini tamamlamış ortaöğretim öğrencileri de üniversite giriş sınavında TM puan türünde hesaplanan skorlarıyla sınıf öğretmenliği programlarına yerleştirilebilirler (ÖSYM, 2015). Bu sebeplerden dolayı sınıf öğretmenliği veya eşit ağırlık puan türüne göre öğrenci kabul eden bölümleri hedefleyen öğrenciler 10. sınıftan itibaren eşit ağırlık alanı dâhilindeki derslere yönelmektedirler. Eşit ağırlık alanı kapsamındaki ders programları incelendiğinde ise GHNK ile ilgili kazanım ve aktivitelerin kapsamlı bir şekilde eğitim programlarına dâhil

edilmemiş; ayrıca az sayıdaki bazı kazanımların ise çeşitli ve etkili, aktivite ve açıklamalarla desteklenmediği görülmüştür (tablo 4, tablo 5 ve tablo 6).

Diğer taraftan sınıf öğretmenliği lisans programı incelendiğinde de GHNK ile doğrudan veya dolaylı olarak ilgili bir kazanım veya açıklamaya rastlanmamıştır (URL-3). Fakat sınıf öğretmenliği lisans programında kullanılan bazı ders kitaplarında günlük hayatta nükleer konusuna kısmen veya dolaylı olarak temas edildiği görülmüştür (Çokadar, Türkoğlu ve Gezer, 2007).

Dolayısıyla sınıf öğretmeni adaylarının GHNK ile ilgili bilgi birikimlerini informal eğitim gibi örgün eğitim dışındaki kaynaklarla edindikleri söylenebilir. İnfomal eğitimin büyük bir kısmını ise gazete, televizyon ve internet gibi kitle iletişim araçları oluşturmaktadır (Alsop, 1999). Fakat yapılan araştırmalarda kitle iletişim araçlarının radyasyon, radyoaktivite, radyoaktif sızıntı ve nükleer konularında birçok yanlış ve eksik bilgi ve kavram yanlışları içerdiği belirlenmiş ve aynı zamanda bu kavram yanlışlarının toplum içinde yaygınlaşmasına katkı sağladığı görülmüştür (Aubrecht ve Torick, 2001; Lijnse ve diğ., 1990). Örneğin; Eijkelhof ve Millar (1988) radyasyon, radyoaktivite ve radyoaktif kirlilik konuları ile ilgili medyada çıkan haberleri ve 500'e yakın gazete makalesi incelemiş ve sonuç olarak birçok kavram yanlışının varlığını rapor etmişlerdir. Eijkelhof ve Millar bu çalışmalarında verilen formal eğitimin medyadaki kavram yanlışlarının önünü kesmede yetersiz kaldığını da ifade etmişlerdir.

Acar Sesen ve İnce (2010) ise öğrencilerin ilk araştırma kaynaklarından olan internetin “radyasyon ve radyoaktivite” konularını ile ilgili olarak bilimsel gerçekliklerle uyuşmayan bilgiler içerdiğini ifade etmişlerdir. Yaklaşık 200 internet sitesini inceledikleri çalışmalarında ve konu ile ilgili sunulan bilgilerin %40'lara varan oranlarda hatalı veya eksik olduğunu; ayrıca, birçok farklı kavram yanlışlarını tespit ettiklerini rapor etmişlerdir.

### **Öğrenim değerlendirmeleri ve tanı testleri**

Eğitim sürecinde, öğrencilerin öğrenim gelişiminin veya daha önceden belirlenmiş eğitsel hedeflere ne oranda varıldığının tespiti gibi birçok amaç için belli aralıklarla fakat sürekli ölçme ve değerlendirmeler yapılır. Bunlar amaçlarına göre düzey belirleyici (summative), şekillendirici (formative) ve

standartlaştırılmış ölçme ve değerlendirme araçları olmak üzere sınıflandırılabilir (Mansell, James ve the Assessment Reform Group, 2009).

Düzyel belirleyici ölçme ve değerlendirme araçlarının başlıca iki amacı vardır: Birincisi, öğrencinin akademik gelişimi ve başarısını tespit edip öğretmene, öğrenciye, öğrenci velisine, eğitim kurumuna ve bağlı bulunan devlet organı gibi taraflara iletmektir. İkincisi ise, öğrencinin bir üst sınıfa veya seviyeye çıkmasında yeterliliğinin tespit edilmesidir (Black ve Wiliam, 1998). Düzyel belirleyici ölçme ve değerlendirme araçları genellikle derslerin ünite ve modül bitimini takiben veya yıl ve dönem sonlarında uygulanır (Chappuis, 2009). Günümüzde öğrenci, öğretmen, öğretim kurumu ve hatta öğretim kurumunun bağlı bulunduğu müdürlüklerin dahi başarıları düzyel belirleyici ölçme ve değerlendirme olarak tanımlanan bu tür değerlendirme araçları ile belirlenir. İlk, orta, lise ve yükseköğretimde öğrenciye bir not vermek veya öğrencinin bir üst sınıfa geçmesine karar vermek amacı ile yapılan bütün ölçme ve değerlendirmeler düzyel belirleyici ölçme ve değerlendirme olup, öğretmenler ve öğretim görevlileri tarafından şekillendirici ölçme ve değerlendirme etkinliklerine kıyasla daha önemli görülmektedir (Schaffer, 2013). Diğer taraftan öğrenci gelişimi ve öğrenimini izlemek için temel bilgi kaynağını şekillendirici ölçme ve değerlendirme etkinlikleri oluşturur (Stiggins, 2005).

Standartlaştırılmış ölçme ve değerlendirmeler ise ülkenin eğitimden sorumlu organları tarafından hazırlanıp (üniversite ve TEOG sınavları gibi) belli öğrencilerin bütününe uygulanan genel ölçme ve değerlendirme etkinlikleridir. Bu sınav ve testler genelde bir üst sınıfa, kademeye veya öğretim kurumuna başlamada kıstas olarak kullanılır. Dolayısıyla standartlaştırılmış sınav ve testler düzyel belirleyici ölçme ve değerlendirme araçları olarak da tanımlanabilir (Uğurlu ve Akkoç, 2011).

Şekillendirici ölçme ve değerlendirme araçlarının ise başlıca amacı öğrencinin ders esnasında veya sonunda daha önceden belirlenmiş kazanımlara ne oranda eriştiğini tespit etmektir (Bell ve Cowie, 2011). Bu değerlendirmeler genellikle karne veya raporlarda görünmeyen ders esnasında gerçekleştirilen ölçme ve değerlendirmelerdir. Şekillendirici ölçme ve değerlendirme etkinlikleri öğretmenin kendi öğretme başarısını değerlendirmesi ve geliştirmesinde,

öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarının belirlenmesinde ve öğrencilerin kazanılması planlanmış kavramlarla alakalı gelişiminin sürekli takibinde öğretmene yardımcı olan önemli araçlardır (Formative Assessment for Students [FAST] State Collaborative on Assessment and Student Standards [SCASS], 2012).

Öğrenciler düzey belirleyici, şekillendirici ve standartlaştırılmış ölçme ve değerlendirme araçları ile ya diğer öğrencilerle karşılaştırılarak ya da önceden belirlenen kriterler ile karşılaştırılarak değerlendirilir (Schaffer, 2013).

Öğrencilerin ders öncesi sahip olduğu bilgi ders stratejisini belirler niteliktedir. Ders sonunda da istenilen kavramsal öğretimin ne oranda gerçekleşip gerçekleşmediği, bir sonraki kavramsal öğretim basamağına geçişte öğretmen ve öğrenciye bir çeşit geri dönüt vazifesi görmektedir. Bundan dolayı öğrencilerin bir konudaki kavramsal anlayışlarının incelenmesi öğrenimin geliştirilmesi ve daha verimli hale getirilmesi için önem taşımaktadır (Demirci ve Efe, 2007; Nakiboğlu, 2006; Treagust, 2006). Öğrencilerin kavramsal anlayışlarının incelenmesi çok çeşitli yollarla yapılabilmektedir. Kavram haritası çizdirme (Ross ve Munby, 1991; Stoica, Moraru ve Miron, 2011), öğrenci mülakatları gerçekleştirme (Beichner, 1994; Bilgin, Uzuntiryaki ve Geban, 2003), tanılayıcı dallanmış ağaç (Geçgel ve Şekerci, 2015; Şekerci, 2015) çoktan seçmeli kavram tanı testleri (Efe, 2007; Schaffer, 2013) bunlardan bazılarıdır. Bu değerlendirme araçlarının hepsinin temelinde bir konu hakkında öğrencinin kavramsal anlayışını tespit etme çabası bulunduğundan bunların hepsi şekillendirici ölçme değerlendirme araçları olarak tanımlanabilir. Aşamalı kavram testleri daha çok şekillendirici değerlendirme aracı olarak kullanılsa da düzey belirleyici değerlendirme aracı olarak da kullanılabilir (Demirci ve Efe, 2007). Yani öğretmen veya eğitimden sorumlu kişiler aşamalı kavram tanı testlerini not verme amaçlı başarı testi gibi kullanılabilir. Çoktan seçmeli kavram tanı testleri bu amaçla zaman bakımından da avantajlı kabul edilmektedir. Fakat başarı testi olarak kullanılacak çoktan seçmeli kavram tanı testlerinin bir başarı testi olarak kullanılması istatistiksel verilerle desteklendiğinde daha geçerli olacağı kabul edilmektedir (Türker, 2005).

Üniversitelerde de verilen dersleri geliştirme ve daha verimli hale getirme çabaları artmış olup, şekillendirici ölçme değerlendirme araçları önem

kazanmıştır. Eskiden yapıldığı gibi derslerin monolog bir şekilde öğretmen tarafından anlatıldığı, öğrenci-öğretmen diyaloglarının minimum olduğu, öğrencinin bir-iki yarıyıl ve final sınavları ile değerlendirildiği eğitim sistemlerinden çıkılıp, şekillendirici değerlendirmelerle öğrencinin konuyu ne oranda anladığının ve ders kazanımlarının ne oranda gerçekleştiğinin sürekli kontrol edilerek öğrenimin devamlı geliştirildiği programlara geçilmesi amaçlanmaktadır (Yorke, 2003). Fakat öğretmen adayları üzerinde yapılan bazı çalışmalar göstermiştir ki öğretmen adayları ölçme ve değerlendirme araçlarını genellikle not verme, karne veya raporlama için kullanmakta, sınıfta verilen eğitimin kalitesini ölçmek, geliştirmek veya gözlem amaçlı olarak kullanmayı ihmal etmektedir (Volante ve Fazio, 2007).

### **Problem Durumu**

Günümüzde klasik eğitim ve öğretim metot ve yaklaşımlarının yerini hızlı bir şekilde yapılandırmacı, öğrenci merkezli ve aktif öğrenci katılımlı yaklaşımlar almaktadır. Çoklu zekâ ve kapsayıcı eğitim yaklaşımları gibi modeller üzerine yapılan çalışmalar öğretmen ve öğrenci tanımlarını bile değiştirecek bir seviyede önem kazanmıştır (Fraser, 2007). Günümüz eğitim kitaplarında öğreten kimse manasına gelen öğretmen kelimesinin yerine, kolaylaştırıcı veya rehber kelimeleri daha fazla kullanılır hale gelmiştir (MEB, 2013b; Sanders ve Nduna, 2007). Buna ek olarak öğretmenin görevinin yapılandırmacı yaklaşımın tanımına uygun bir şekilde, yalın bilgi transferinden daha çok öğrenmenin ortaya çıkması için gereken ortam ve materyalleri uygun bir şekilde sağlayıp düzenleyerek gerektiğinde öğrenciyi yönlendirmek olarak tanımlandığı görülmektedir (Özmen, 2004).

Yapılandırmacı yaklaşım temelinde öğrencinin bilgi, beceri ve davranışları kendisine özgü bir şekilde oluşturması veya hâlihazırda bulunan bilgileri üzerine yeniden yapılandırması olarak tanımlar (Duit ve Treagust, 2009). Bu yaklaşımda öğrenci sınıfa tabiri yerindeyse “boş bir kafayla”, kendisine sunulan her şeyi olduğu gibi özümseyen bir varlık olarak gelmez (MEB, 2013a; Zibel, 2004). Tam aksine öğrenci sınıfa bilimsel doğruluğu öğretmen tarafından bilinmeyen önceki deneyim ve bilgileri ile birlikte gelir. Öğrenci öğrenim esnasında hedef bilgi, beceri ve davranışları kendi birikimi çerçevesinde kendisi oluşturur (Yağbasan ve

Gülçiçek, 2003). Dolayısıyla ile bir eğitim sürecinin başarısının bağlı olduğu etkenlerden biride öğrencilerin öğrenim süreci başında sahip oldukları bilgi ve becerilerinin doğasıdır denilebilir (Sanders, 2007). Bu yüzden etkili bir öğretimde, başlangıçta öğrencilerin dersin konusu ile alakalı taşıdıkları kavramların ve bunların bilimsel doğruluğunun tespiti doğru ve önemli bir adım olarak kabul edilmektedir (Hafele, 2012).

Günlük hayatta sıklıkla karşılaşılabilen bilimsel kavramlardan olan radyasyon ve radyoaktivitenin, kitle iletişim araçlarına ulaşımın oldukça kolay ve hızlı olduğu günümüzde çok geniş kesimlere kolaylıkla iletilebildiği gözlemlenmektedir (Rego ve Peralta, 2006). Bu kavramlar özellikle röntgen odaları, kanser tedavisinde kullanılan radyoterapi, nükleer enerji santralleri, nükleer enerji ile çalışan gemiler ve denizaltılar, atom bombası ve geçmişte yaşanmış nükleer kazalar ile ilgili olarak bir hayli kullanılan kavramlardır (Hutchison ve Hutchison, 1997).

Tarihsel süreç açısından bakıldığında belli zaman dilimlerinde nükleer konusu kendinden çok söz ettirmiştir. Özellikle 1986 yılında meydana gelen dünyanın en büyük nükleer kazalarından olan Çernobil ve Japonya’da 2011 yılı mart ayında dokuz şiddetindeki depremi takiben oluşan Fukişima nükleer kazası nükleer konusunun dünya medyasında geniş yer bulmasına neden olmuş ve ilgili tartışmalar uzun süre devam etmiştir. (Eijkelhof ve Millar, 1988; Neuman ve Hopf, 2012). Bu zaman aralıklarında kitle iletişim araçlarından halka sunulan bilgilerin birçok kavram yanılgısına sahip olduğu gözlenmiştir. Ayrıca kitle iletişim araçları bu yanılgıların toplum tarafından benimsenmesine ve hızlı bir şekilde yayılmasına aracılık etmiştir. Ayrıca benzer kavram yanılgılarının öğrenciler arasında baskın bir şekilde varolduğu araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir (Acar Sesen ve İnce, 2010; Eijkelhof, 1996; Eijkelhof ve Millar, 1988).

Avusturya’da 9-12 yaş çocukları arasında yapılan bir araştırmada, nükleer santral kazaları ve takip eden tartışmaların öğrencilerin radyoaktivite konusunda negatif bir yaklaşım benimsemelerine ve bazı kavram yanılgılarının sıklığının artmasına sebep olduğu sonucuna varılmıştır (Neuman ve Hopf, 2013a, 2013b). Aynı araştırmacılar tarafından yapılan başka bir çalışmada öğrencilerin radyoaktiviteyi neredeyse her evde bulunan kablosuz internet, uzaktan kumanda

cihazları, ısıtma sistemleri ve her zaman yanımızda taşıdığımız cep telefonlarından yayılan radyasyon ile sıklıkla karıştırdıkları tespit edilmiştir (Neuman ve Hopf, 2012).

Yakınlarının ışın tedavisi (radyoterapi) gören hastalardan radyasyona maruz kalma korkusuyla uzak durmaya çalışması gibi, nükleer konusundaki kavram yanlışlarının sosyal hayatta da bazı problemlere neden olduğu görülmüştür (Andersen, Karlsson ve Anderson, 1984; URL-1; URL-2). Japonya’da Fukuşima nükleer kazasını takip eden günlerde çevre halkın “radyasyon bulaşma ihtimali endişesi” ile Fukuşima bölgesinden tahliye edilen insanlara karşı önyargılı ve ayrımcı yaklaşımlarının Japon medyasında yer bulması nükleer konusundaki kavram yanlışlarının sosyal hayatta sebep olabileceği komplikasyonların boyutunu göstermesi açısından önemlidir (Kanno, 2012; Japan Probe, 2011; Shimbun, 2011). Bununla beraber, Japon medyasına yansıyan bu tür sosyal problemlerin ortaya çıkmasının radyoaktivite konusunda yetersiz eğitimden ve radyoaktivite konusunun Japon ortaokul eğitim program ve kitaplarından kaldırılmasından dolayı olduğunu iddia edenler de bulunmaktadır (Shimbun, 2011).

### **Araştırmanın Amacı ve Önemi**

Henriksen (1996) radyasyon ve radyoaktivite konularının öğretilmesinin insanların bireysel güvenlik ve demokratik karar verme becerileri için önemli olduğunu belirtmiştir. Millar, Kalssen ve Eijkelhof (1990) ise araştırmalarında günlük hayatta iyonlaştırıcı radyasyon ile karşılaşma ihtimalinin yüksek olması ve nükleer konularının kitle iletişim araçlarında kamuoyu tartışması bağlamında sıklıkla ele alındığı için bu konuların öğretilmesi gerektiğini savunmaktadır. Tsaparlis ve diğerleri (2013) çalışmalarında günlük hayatta nükleer konusunda okuryazarlığın sağlanması için ilgili ders müfredatlarının bu konuyu içerecek şekilde hazırlanması ve zenginleştirilmesinin önemini ifade etmiş ve dikkat edilmesi gereken noktaları belirtmişlerdir. Ayrıca, araştırmalarda öğretmenlerin radyoaktivite gibi nükleer konuları öğrenciler için ağır buldukları, bu konularla ilgili yapılabilecek aktivite sayısının yetersiz olduğunu düşündükleri ve bundan dolayı da radyoaktivite konusunun öğretim müfredatından çıkarılmasının faydalı

olacağı görüşüne sahip oldukları rapor edilmiştir (Yandila, Nkumba ve Kazoozu, 2005).

Ülkemizde 2010 yılında Rusya federasyonu ile Mersin Akkuyu' da, 2013 yılında da Japon hükümeti ile Sinop ta bir nükleer santral yapımı için anlaşmalar yapılmış ve işlemler hızla başlatılmıştır. Bununla birlikte, enerji ihtiyaçlarını karşılayabilmek için nükleer santraller inşa eden ülkelerin vatandaşlarına ilgili konuda okuryazar olabilmeleri için gerekli görülen eğitimi, doğru ve güvenilir bilgi kaynaklarına ulaşma olanak ve yollarını sağlamaları gerekmektedir (Karagöz, 2007). Bununla beraber, 1739 Sayılı Millî Eğitim Temel Kanunu'na göre bütün fertlerin hayata hazırlanması Türk millî eğitimin genel amaçları arasında bulunmaktadır. Dolayısı ile ülkemiz insanının ülkemizin gelecekte enerji ihtiyacını karşılayabilmek amacıyla atılan bu adımları doğru ve bilimsel değerlendirebilmesi için günlük hayatta nükleer konularındaki okuryazarlığı önem verilmesi gereken bir konudur (MEB, 2006).

Yeni nesillerin eğitimi vazifesini üstlenmiş olan öğretmen adaylarının ise nükleer konusunda yeterli bilimsel altyapıya sahip olup olmadıkları ise mühim bir soru işareti olarak karşımıza çıkmaktadır (Aubrecht ve Torick, 2001). Bu durumda, öğretmen eğitiminde nükleer konusunda kavram yanlışları ve yanlış anlamaların tespiti ve giderilmesi için sarf edilen çabaların önemli adımlar olduğu söylenebilir (Colclough, Lock ve Soares, 2011). Bu çalışmada geliştirilen Günlük Hayatta Nükleer Konusu Tanı Testi'nin (GHNKTT) sınıf öğretmeni adaylarının sahip olduğu kavram yanlışlarının tespiti ve düzeltilmesinde birçok yönden kolaylıklar sağlayacağı ve bu alanda duyulan ihtiyaca bir katkısı olacağı düşünülmektedir.

Diğer taraftan iyonlaştırıcı radyasyon ve radyoaktivite gibi konularda tanı testlerinin geliştirilmesi ile ilgili yapılmış çalışmaların çoğunluğu ilk, orta ve lise çağındaki öğrenciler üzerine yapılmıştır (Usta ve Ayas, 2010).

Bu çalışmanın amacı, sınıf öğretmeni adaylarının günlük hayatta nükleer konusu (GHNK) ile ilgili kavram yanlışlarını belirlemek ve “cinsiyet”, “sınıf” ve “GHNK bilgi kaynağı” değişkenlerinin sınıf öğretmeni adaylarının GHNK ile ilgili kavramsal anlayışlarına etkisini incelemektir.



## **Problem Cümlesi**

Sınıf Öğretmeni adaylarının günlük hayatta nükleer konusunda (GHNK) sahip oldukları kavram yanılgıları nelerdir?

## **Alt problemler**

1. Sınıf öğretmeni adaylarının günlük hayatta nükleer konusunda (GHNK) kavramsal anlayışları cinsiyete bağlı olarak bir farklılaşma göstermekte midir?
2. Sınıf öğretmeni adaylarının günlük hayatta nükleer konusunda (GHNK) kavramsal anlayışları bilgi kaynakları değişkeni bakımından bir farklılaşma göstermekte midir?
3. Sınıf öğretmeni adaylarının bölümlerinde buldukları yıllara göre günlük hayatta nükleer konusunda (GHNK) kavramsal anlayışları arasında bir fark var mıdır?

## **Sınırlılıklar**

Bu araştırmanın sınırlılıkları şöyle sıralanabilir:

1. Araştırmanın çalışma grubu 250 sınıf öğretmeni adayı ile sınırlıdır.
2. Araştırma 2015-2016 eğitim-öğretim yılı güz döneminde gerçekleştirilmiştir.
3. Araştırma Dumlupınar Üniversitesi, Pamukkale Üniversitesi ve Afyon Kocatepe Üniversitesi Eğitim Fakülteleri ile sınırlıdır.
4. Araştırma sonuçlarının Türkiye için genellemesinde belli sınırlılıklar mevcuttur.
5. Araştırmanın sonuçları yapıldığı zaman aralığı ile sınırlıdır.
6. Araştırma veri toplama aracı (Günlük hayatta nükleer konusu tanı testi) ve bu veri toplama aracına verilen cevaplar ile sınırlıdır.

## Sayıtlar

Bu araştırmanın sayıtları şöyle sıralanabilir:

1. Araştırmaya katılan sınıf öğretmeni adaylarının açık uçlu soruları ve GHNKTT'nin maddelerini doğru bir şekilde anladıkları varsayılmıştır.
2. Araştırmaya katılan sınıf öğretmeni adaylarının açık uçlu sorulara ve GHNKTT'nin maddelerine objektif ve içtenlikle cevap verdikleri kabul edilmiştir.
3. Araştırmaya katılan sınıf öğretmeni adaylarının birbirlerinden herhangi bir şekilde etkilenmedikleri varsayılmıştır.
4. Araştırmaya katılan sınıf öğretmeni adaylarının olası dış etkilerden eşit düzeyde etkilenecekleri varsayılmıştır.
5. Araştırmaya katılan sınıf öğretmeni adaylarının belli sınırlılıklar çerçevesinde evreni temsil ettikleri varsayılmıştır.
6. Araştırmada kullanılan veri toplama aracının sınıf öğretmeni adaylarının konu ile ilgili kavramsal anlayışlarını ölçebilecek araçlar olduğu varsayılmıştır.
7. Araştırmada kullanılan veri toplama aracı amaca uygun ve yansız olduğu varsayılmıştır.

## İkinci Bölüm

### Yöntem

#### Araştırma Deseni

Bu araştırmada nicel desenlerden tarama yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem daha çok kişilerin belli bir konu hakkındaki tutumları, inanışları ve görüşlerini belirlemek için kullanılmaktadır. Çok yönlülük, verimlilik ve genellenebilme özelliğinden dolayı eğitim, sosyoloji ve psikolojide sıklıkla kullanılan oldukça yaygın bir yöntem olan tarama yönteminin ana hedefi evrenin karakteristiklerinin ortaya çıkarılmasıdır (Fraenkel, Wallen ve Hyun, 2012; McMillan ve Schumacher, 2014).

#### Çalışma Grubu

Tablo 8

*Çalışma Grubunu Meydana Getiren Sınıf Öğretmeni Adaylarının Demografik Özellikleri*

| Cinsiyet                      | N   | %     |
|-------------------------------|-----|-------|
| Bayan                         | 197 | 78.8  |
| Erkek                         | 53  | 21.2  |
| Üniversite                    | N   | %     |
| Dumlupınar Üniversitesi       | 124 | 49.6  |
| Afyon Kocatepe Üniversitesi   | 62  | 24.8  |
| Pamukkale Üniversitesi        | 64  | 25.6  |
| Sınıf                         | N   | %     |
| 1.sınıf                       | 79  | 31.8  |
| 2.sınıf                       | 88  | 35.2  |
| 3.sınıf                       | 52  | 20.8  |
| 4.sınıf                       | 31  | 12.4  |
| GHNK bilgi kaynağı            | N   | %     |
| Eğitim öğretim                | 76  | 30.4  |
| Kitle iletişim                | 73  | 29.2  |
| Her ikisi                     | 101 | 40.4  |
| Fizik dersi almış olma durumu | N   | %     |
| En son 9. sınıfta             | 189 | 75.6  |
| 9. sınıf sonrası              | 61  | 24.4  |
| Kimya dersi almış olma durumu | N   | %     |
| En son 9. Sınıfta             | 189 | 75.6  |
| 9. sınıf sonrası              | 61  | 24.4  |
| Toplam                        | 250 | 100.0 |

Araştırmanın evrenini Türkiye’de sınıf öğretmenliği bölümlerinde öğrenim gören sınıf öğretmeni adayları oluşturmaktadır. Araştırmanın çalışma grubunu ise Dumlupınar Üniversitesi (124 sınıf öğretmeni adayı), Pamukkale Üniversitesi (64 sınıf öğretmeni adayı) ve Afyon Kocatepe Üniversitesi (62 sınıf öğretmeni adayı) eğitim fakültelerinde sınıf öğretmenliği programlarında öğrenim gören 1, 2, 3 ve 4. sınıf sınıf öğretmeni adayları oluşturmaktadır (Tablo 8). Çalışma grubu aynı zamanda 197 kız, 53 erkek sınıf öğretmeni adayından meydana gelmektedir. Tablo 8’de sınıf öğretmeni adaylarının %75.6’sının fizik ve kimya derslerini en son 9. sınıfta aldıkları görülmektedir. Buna ek olarak sınıf öğretmeni adaylarının yüzde 69’unun GHNK ile ilgili bilgi birikim kaynağı olarak kitle iletişim araçlarından faydalanmış olduğu göze çarpmaktadır.

Çalışma grubu seçkisizlik ilkesine bağlı kalınmaksızın, uygun örnekleme yöntemi ile seçilmiştir (Fraenkel ve diğ., 2012; McMillan ve Schumacher, 2014). Uygun örnekleme yöntemi zaman, para ve işgücü kaybını önleme amacıyla, varolan sınırlılıkların da etkisiyle örneklemin araştırmanın yürütülebileceği kolay ulaşılabilir birimlerden seçilmesi olarak tanımlanabilir. (Akarsu, 2014; Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz, Demirel, 2014; McMillan ve Schumacher, 2014). Diğer taraftan, bu metot seçkisiz örnekleme yöntemlerinden biri olduğundan dolayı oluşturulan çalışma grubu evreni temsil edememekte ve sonuçlar evrene genellenememektedir (Fraenkel ve diğ., 2012; McMillan ve Schumacher, 2014).

### **Veri Toplama Aracı**

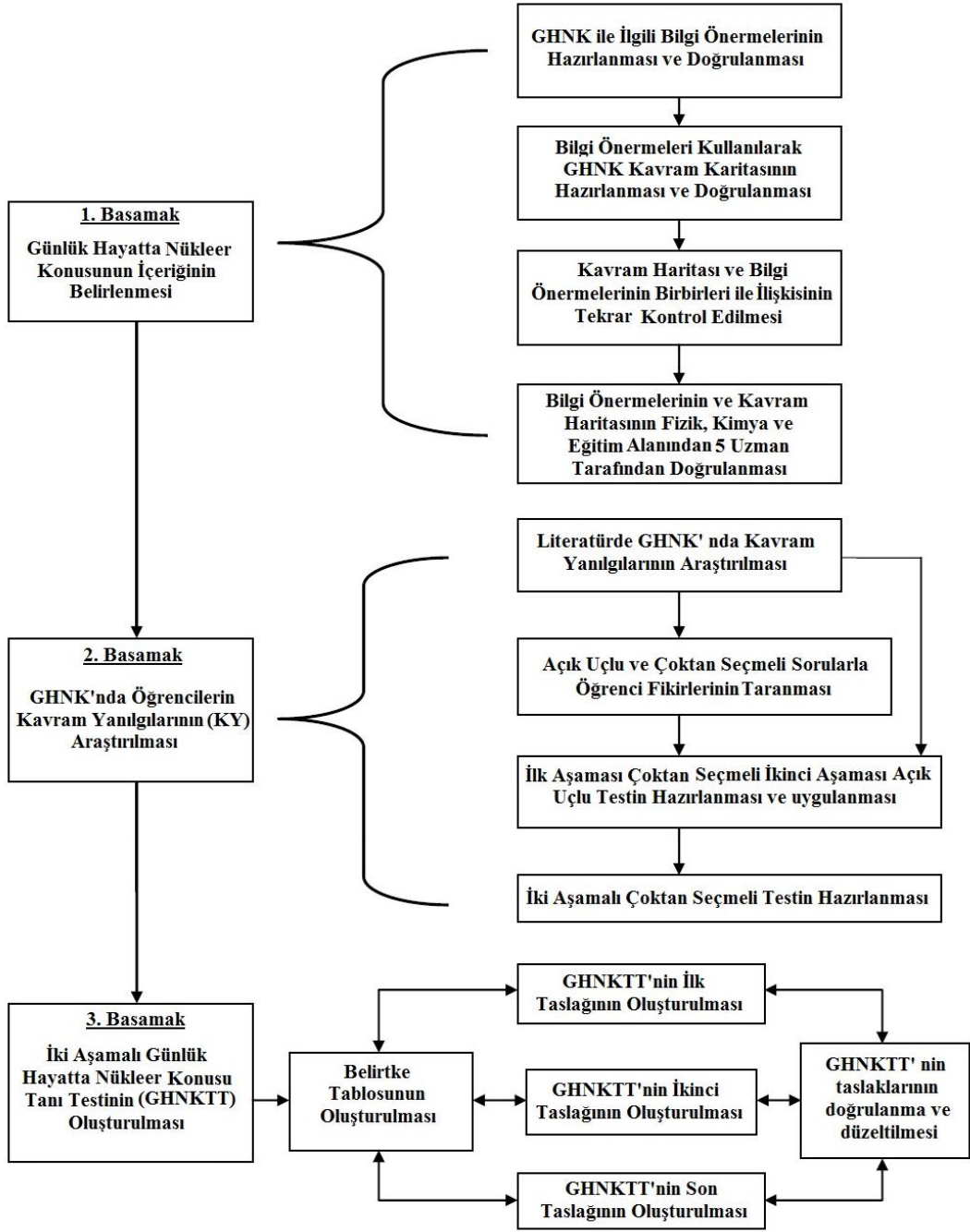
Sınıf öğretmeni adaylarının günlük hayatta nükleer konusu (GHNK) kavram yanlışlarının tespiti için üç aşamalı çoktan seçmeli bir tanı testi geliştirilmiştir. Testin ilk iki aşamasının oluşturulmasında Treagust (1986, 1988, 2006) tarafından geliştirilen taslak kullanılmıştır.

#### **Çoktan seçmeli GHNKTT’nin geliştirilmesi**

Treagust tarafından geliştirilen bu taslak başlıca üç temel basamaktan meydana gelmektedir (1986, 1988, 2006). Bunlar;

1. Günlük hayatta nükleer konusunun içeriğinin belirlenmesi,

2. GHNK konusunda öğrencilerin kavram yanılgılarının incelenmesi,
3. İki aşamalı testin oluşturulması basamaklarıdır.



Şekil 2. GHNKTT yapısal oluşturma şeması (Treagust, 1986, 1988; Schaffer, 2013, s.47'ten uyarlanmıştır.)

Şekil 2 de bu çalışmada izlenmiş olan modelin teorik çerçevesi adım adım verilmiştir. Testin geçerliği ise testin oluşturulması esnasında yapı, içerik ve iletişim geçerlikleri kullanılarak sağlanmaya çalışılmıştır.

## ***GHNK'nun içeriğinin belirlenmesi***

Testin geliştirilmesine, ilgili kaynakların incelenmesi ve bilgi önermelerinin hazırlanması ile başlanmıştır. Ders kitapları (Angelo, 2004; Ebbing, 1993; Krebs, 1999; Loveland, Morrissey ve Seaburg, 2001; Matis, 2003; MEB, 2012; Orna, 2010), resmi kurumların konu ile ilgili dökümanları (Department of Minerals and Energy [DME of Republic South Africa], 2005; International Atomic Energy Agency [IAEA], 2004; National Safety Council's Environmental Health Center [NSCEHC], 2007; the U.S. Environmental Protection Agency [EPA], 2012; Türkiye Atom Enerjisi Kurumu [TAEK], 2014; World Nuclear Association [WNA], 2009a, 2009b, 2012), sunumlar (Hızarcı, 2014) ve makaleler (Hutchison ve Hutchison, 1997) incelenerek yetmiş sekiz bilgi önermesi hazırlanmıştır. Hazırlanan bilgi önermeleri tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9

### ***Günlük Hayatta Nükleer Konusu (GHNK) Bilgi Önermeleri***

| No   | GÜNLÜK HAYATTA NÜKLEER KONUSU BİLGİ ÖNERMELERİ   |
|--|--|
| <b>RADYOAKTİVİTE VE İYONLAŞTIRICI RADYASYON</b>  |  |
| 1  | Kararsız bir atom çekirdeğinin atom altı parçacıklar salarak veya elektro manyetik ışımalar yaparak (fazla enerjisini vererek) tamamen kendiliğinden (doğal olarak) kararlı çekirdeklere dönüşmesi işlemine radyoaktivite veya radyoaktif bozunum denir. |
| 2  | Sabit olan ve başlangıç miktarına bağlı olmayan yarı ömür, bir elementin belli radyoizotopların yarısının bozunması için gereken zaman süresidir.  |
| 3  | Bir elementin radyoaktif (kararsız) izotoplarına radyoizotop veya radyoaktif çekirdek denir.   |
| 4  | Radyoaktif bozunum herhangi bir yolla durdurulamaz, hızlandırılmaz, yavaşlatılmaz ve yok edilemez.   |
| 5  | Bir madde eğer içindeki bazı veya tüm atomlar kararsızsa veya ışımaya yaparak bozunum geçiriyorsa radyoaktiftir.   |
| 6  | Enerjinin bir ortam içinde yüksek hızlı parçacıklar veya elektromanyetik dalgalar şeklinde ilerlemesi veya aktarılmasına radyasyon denir.  |
| 7  | Radyasyon madde üzerinde sebep olduğu etkilere göre iyonlaştırıcı ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyon olmak üzere başlıca iki ana gruba ayrılır.  |
| 8  | İyonlaştırıcı radyasyon madde ile etkileşiminde iyon(lar) veya kimyasal radikaller meydana getiren radyasyon türlerine denir.  |
| 9  | İyonlaştırıcı ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyon türlerinin de parçacık ve dalga tipi radyasyonlar olmak üzere iki çeşidi vardır.  |
| 10   | Enerjinin kütsüz belli bir enerjiye sahip elektromanyetik dalgalar şeklinde dağıtılması dalga tipli radyasyon olarak tanımlanır.   |
| 11   | Kütle ve enerjisi olan, yüksek hızla hareket eden mikroskobik parçacıklar parçacık tipi radyasyon olarak adlandırılır.   |
| <b>NÜKLEER (İYONLAŞTIRICI) RADYASYON TÜRLERİ</b> |  |
| 12   | Başlıca 5 iyonlaştırıcı radyasyon türü vardır: Alfa ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ) ve nötron olmak üzere 3 parçacık tipi radyasyon, X ve Gama ( $\gamma$ ) ışınları olmak üzere 2 dalga tipli radyasyon.   |
| 13   | Başlıca nükleer radyasyon çeşitleri alfa ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ) ve gama ( $\gamma$ ) radyasyonlarıdır.   |
| 14   | Alfa ( $\alpha$ ) radyasyonu pozitif, beta ( $\beta$ ) radyasyonu pozitif ve negatif, nötron radyasyonu ise yüksüz parçacıklardan oluşur.  |
| 15   | Alfa ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ) ve gama ( $\gamma$ ) radyasyonları iyonlaştırma güçlerine göre azalan şekilde sıralandığında önce alfa ( $\alpha$ ) sonra beta ( $\beta$ ) en son da gama ( $\gamma$ ) ışınması gelir.                               |
| 16   | Alfa ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ) ve gama ( $\gamma$ ) radyasyonlarını maddeye nüfuz etme güçlerine göre azalan şekilde sıralandığında önce gama ( $\gamma$ ) sonra beta ( $\beta$ ) en son da alfa ( $\alpha$ ) ışınması gelir.                       |

Tablo 9'un devamı

| No   | GÜNLÜK HAYATTA NÜKLEER KONUSU BİLGİ ÖNERMELERİ  |
|--|---|
| 17   | Gama ( $\gamma$ ) ve X (röntgen ışınları) ışınları parçacıklı olmayan elektromanyetik yapıya sahiptir.  |
| 18   | X (röntgen ışınları) ışınları elektron orbitallerinden yayıldığı için atom çekirdeğinden yayılan gama ( $\gamma$ ) ışınları gibi elektromanyetik yapıda da olsalar nükleer radyasyon değildir.  |
| <b>NÜKLEER (İYONLAŞTIRICI) RADYASYONUN MADDE İLE ETKİLEŞİMİ</b>    |   |
| 19   | Radyasyon dozu belli bir süre içerisinde hedef kütle tarafından alınan veya soğurulan radyasyon miktarıdır.   |
| 20   | İyonlaştırıcı radyasyon maddenin içinden geçerken enerjisinin tamamını veya bir kısmını atom veya moleküllere transfer ederek molekül bağlarının kopmasına, atom veya moleküllerin elektron kaybederek iyonlaşmasına ve böylece canlı hücrelerinde istenmeyen değişikliklere sebep olur.  |
| 21   | Radyoaktif olmayan maddeleri radyoaktif yapabilecek tek radyasyon türü nötron radyasyonudur.  |
| <b>NÜKLEER (İYONLAŞTIRICI) RADYASYONUN İNSAN ÜZERİNDE ETKİLERİ</b> |   |
| 22   | Duyu organlarımızla kızıl ötesi ve görünür bölgedeki ışığın elektromanyetik dalgalarını algılayabilirken iyonlaştırıcı radyasyonu algılayamayız.  |
| 23   | İyonlaştırıcı radyasyonun insanlar üzerindeki etkileri radyasyonun çeşidine, sahip olduğu enerjiye, maruz kalınan doza ve doz hızına bağlı olduğu gibi hedef kişinin yaşına, cinsiyetine, ışınlanan vücut bölgesine ve kişinin sağlığına da bağlıdır.   |
| 24   | Radyasyonun biyolojik etkileri erken ve ertelenmiş etkiler olmak üzere iki kısımdır.  |
| 25   | Erken biyolojik etkiler, kısa sürede çok yüksek dozda maruz kalmalar (akut ışınlanma) sonucu birkaç saat veya hafta içinde ortaya çıkan cilt yanıkları, katarakt ve radyasyon hastalıkları gibi sonuçlardır.  |
| 26   | Ertelenmiş etkiler düşük veya yüksek dozdaki maruz kalmaların yıllar sonra ortaya çıkan kanser ve genetik bozukluklar gibi etkileridir.   |
| 27   | Radyasyonun sebep olabileceği genetik bozukluklar ile diğer etmenlerin sebep olduğu genetik bozukluklar arasında bir fark yoktur.   |
| 28   | Atom bombasından hayatta kalmış insanların çocukları üzerinde yapılan yoğun çalışmalar nükleer (iyonlaştırıcı) radyasyonun mutasyona sebep olduğunu ispatlamada başarısız olmuşlardır.  |
| 29   | Maruz kalınan iyonlaştırıcı radyasyon dozu yarıya inince kanser riski de yarıya iner. (Lineer teori)  |
| <b>İŞINLANMA ÇEŞİTLERİ</b>   |   |
| 30   | Harici ışınlanma beden dışı bir kaynaktan yayılan radyasyona maruz kalmaz.  |
| 31   | Dâhili ışınlanma beden içi bir kaynaktan yayılan radyasyona maruz kalmaz.   |
| 32   | Özdeş şartlar altında dâhili ışınlanma harici ışınlanmadan daha zararlı ve tehlikelidir.  |
| <b>DOĞAL RADYASYON</b>   |   |
| 33   | Dünyada yaşayan herkes topraktan, (kozmetik) uzaydan, kendi vücudundan, dünya ve evrenin oluşumunda ortaya çıkan radyoizotoplarından kaynaklanan bir tabii radyasyona maruz kalır ki bu radyasyona doğal radyasyon denir.   |
| 34   | Dünyamız (yeryüzü) oluşumundan bu yana radyoaktif bir gezegendir.   |
| 35   | Yeryüzünde şu anki radyasyon yarı ömrü dünyanın yaşı ile kıyaslanabilecek kadar uzun olan radyoizotoplar ve onların radyoaktif bozunum ürünlerinden kaynaklanır.  |
| 36   | Doğada bir elementin radyoaktif izotopları radyoaktif olmayanlarından ayır edilmeksizin işlem görür.  |
| 37   | Çağlar öncesinde dünyamızdaki doğal radyasyon bu günden daha yüksekti.  |
| 38   | İyonlaştırıcı (doğal) radyasyona maruz kalmaktan tamamen kurtulmak imkânsızdır.   |
| 39   | Doğal radyasyonun şiddeti yaşanan yerin özelliklerine ve şartlara göre farklılık arz eder.  |
| 40   | Yükseklik arttıkça (yükseklere çıkıldıkça) maruz kalınan yıllık kozmik radyasyon miktarı da artmaktadır.  |
| 41   | Radon gazı, insan sağlığına zararlı etkileri saptanan tek doğal radyasyon bileşenidir.  |
| 42   | Radyoaktif radon-222 gazı uranyumun doğal olarak bozunması ile ortaya çıkar ve soy gaz olması nedeniyle uranyumun mevcut olduğu tüm kaya, toprak ve yapı malzemelerinden kolaylıkla atmosfere ulaşır.   |
| 43   | Dünya genelinde radon-222 gazından dolayı maruz kalınan ortalama yıllık radyasyon dozu, toplam yıllık dozun (doğal ve yapay) %43'ünü oluşturarak birinci sıradadır.   |
| <b>RADONDAN KORUNMA</b>  |   |
| 44   | Yüksek oranda radon gazı bulunan bölgelerde yaşayanlar, evlerini sürekli havalandırarak, duvarlarda, su ve kanalizasyon borularının geçtiği yerlerde bulunan çatlak ve açıklıkları onarıp kapatarak, binaların toprakla temas eden yerlerini iyi izole ederek ve yapı malzemelerinin radyoaktivite değerlerini kontrol altında tutarak doğal radon gazından dolayı maruz kalınan radyasyon dozunu azaltabilirler. |

Tablo 9'un devamı

| No  | GÜNLÜK HAYATTA NÜKLEER KONUSU BİLGİ ÖNERMELERİ  |
|---|---|
| <b>RADYOAKTİF KİRLİLİK</b>                          |   |
| 45  | Radyoaktif kirlenme veya radyolojik kirlenme, insan vücudu dahil olmak üzere, katı, sıvı veya gazların veya arzu edilmeyen, varlığının bulunması amaçlanmayan yerlerde radyoaktif maddelerin bulunması ya da bu duruma sebebiyet veren sürecin adıdır.  |
| 46  | Serbest kalan radyoaktif maddeler rüzgârlar, nehirler, hayvanlar gibi doğal yollarla çok geniş alanlara yayılabilmektedir.  |
| 47  | Nükleer testler, nükleer kazalar, nükleer veya radyoaktif silahların kullanımı maruz kalınan yıllık iyonlaştırıcı doğal radyasyon dozunun (arka plan radyasyonu) artmasına sebep olur.  |
| <b>NÜKLEER (İYONLAŞTIRICI) RADYASYONDAN KORUNMA</b> |   |
| 48  | Zırhlama, radyasyon kaynağından etrafa yayılan radyasyonu azaltmak için radyasyon kaynağı ile çevresi arasına koruyucu bariyerler yerleştirmeye denir.  |
| 49  | Radyasyona karşı zırhlamada, yüksek atom numaralı elementlerden üretilmiş yoğun malzemeler tercih edilir.   |
| 50  | Maruz kalınan (iyonlaştırıcı) radyasyonun miktarı maruz kama süresi azaldıkça azalır, arttıkça artar.   |
| 51  | Maruz kalınan (iyonlaştırıcı) radyasyonun şiddeti kaynağa olan uzaklığın karesi ile ters orantılıdır.   |
| <b>TÜKETİCİ ÜRÜNLERİ</b>                            |   |
| 52  | Duman detektörleri gibi tüketici ürünlerinin bazılarında ürünün amaç ve fonksiyonları doğrultusunda radyoaktif materyaller kullanılır.  |
| 53  | Yiyecek veya nesnelerin iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalmaları onları radyoaktif veya zehirli hale getirmez.  |
| 54  | Yiyeceklerin iyonlaştırıcı radyasyonla ile ışınlanması bakteri oluşumunu önleyerek raf ömrünü uzatır.   |
| 55  | Tütün ve yanıcı yakıtlarda olduğu gibi bazı tüketici ürünleri doğal olarak radyoaktif maddeler içerir.  |
| 56  | Sigara kullanıcıları için, tüketici ürünlerinden maruz kalınan toplam (iyonlaştırıcı) radyasyonda en büyük paydaya sahip olan bileşen, sigaranın direk veya dolaylı kullanımındır.  |
| 57  | Sigaranın radyo-zehirliliği kimyasal zehirliliğinden daha etkilidir.  |
| <b>NÜKLEER SANTRALLER</b>                           |   |
| 58  | İki atom çekirdeğinin veya bir atom çekirdeği ile bir atom-altı parçacığın çarpışması sonucu başlangıçtan farklı bir veya daha fazla çekirdeğin ortaya çıkmasına nükleer reaksiyon denir.   |
| 59  | Nükleer reaksiyonlar kendiliğinden değildir.  |
| 60  | Diğer konvansiyonel (klasik) güç santrallerinde olduğu gibi nükleer (enerji) güç santralleri su buharı yardımıyla türbin jeneratörlerinin döndürülerek elektrik üretildiği yerlerdir.   |
| 61  | Nükleer (enerji) güç santrallerinde su buharı üretmek için gerekli olan ısı radyoaktif nükleer yakıtta meydana gelen nükleer reaksiyonlardan sağlanır.  |
| 62  | Nükleer santraller radyoaktif madde salınımı çok sıkı şekilde kontrol altında tutulan kademeli koruma önlemlerine sahip kapalı devrelerden oluşmaktadır.  |
| 63  | Nükleer santrallerde elektriğin yanında tıp, endüstri ve diğer alanlarda kullanılan radyoizotoplar da üretilir.   |
| 64  | Yılda bir adet sigara içen birinin içtiği sigaradan dolayı bir yılda maruz kaldığı iyonlaştırıcı radyasyon dozu, orta düzey bir nükleer santral yanında yaşayan birinin nükleer santralden dolayı maruz kaldığı iyonlaştırıcı radyasyonun dozunun 2 katıdır.  |
| 65  | Nükleer yakıtın atom bombası gibi patlaması fiziksel olarak imkânsızdır.  |
| 66  | Nükleer silah yapımı için nükleer santrallerin varlığı yeterli değildir.  |
| <b>DÜNYA NÜFUSU VE İYONLAŞTIRICI RADYASYON</b>      |   |
| 67  | Ortalama olarak, dünya nüfusunun maruz kaldığı yıllık toplam radyasyonun %43'ü doğal radon gazından, %14'ü kozmik radyasyondan, %18'i doğal harici ışınlanmadan kaynaklanır, %11'i doğal dâhili (iç) ışınlanmadan, %14'ü tıbbi cihaz veya işlemlerden, %25'i nükleer santral ve nükleer serpintilerden kaynaklanır. |
| 68  | Dünya nüfusunun maruz kaldığı yıllık toplam radyasyonun %14'üne yapay radyoaktivite kaynaklarının sebep olur.   |
| 69  | Ortalama olarak, dünya nüfusunun maruz kaldığı yıllık toplam yapay radyasyonun %97'si tıbbi uygulamalardan, %2,25'i radyoaktif serpintilerden, %0,64' ü tüketici ürünlerinden, %0,32'si mesleki durumdan, %0,16'sı nükleer santrallerden kaynaklanır.   |



Tablo 9'un devamı

| No | GÜNLÜK HAYATTA NÜKLEER KONUSU BİLGİ ÖNERMELERİ   |
|----|--|
|    | <b>TIP</b>   |
| 70 | Tıbbi malzemelerin ışınlanmasında nükleer radyasyon kullanımı yüksek seviyede sterilizasyon sağlar.  |
| 71 | Tıp alanında nükleer (iyonlaştırıcı) radyasyonun hücre veya tümörleri yok edebilme (radyoterapi) ve radyasyonla görüntü (radyoloji) elde edebilme özelliklerinden faydalanılır.  |
| 72 | Nükleer tıp radyoizotopların işaretleme ve izlenebilme özelliklerinin tıbbi tanı ve tedavi için kullanıldığı bilim dalıdır.  |
| 73 | Vücuduna teşhis veya tedavi için verilen radyoizotoplar hastayı radyoaktif yapar.  |
| 74 | Yılda dokuz adet sigara içen birinin içtiği sigaradan dolayı bir yılda maruz kaldığı iyonlaştırıcı radyasyon dozu, bir göğüs röntgeninden dolayı maruz kalınan radyasyon dozuna eşittir.   |
|    | <b>DiĞER</b>   |
| 75 | Nükleer radyasyonun herhangi bir alanda kullanımı insanlar ve çevre üzerindeki etkileri hesaba katılarak belirlenen sınırlar çerçevesinde fayda-zarar optimizasyonu ile belirlenir.  |
| 76 | Arkeolojide, sanayide, tarım ve birçok alanda radyoizotopların işaretlenme, bakteri ve hücreleri öldürebilme, yarı-ömür ve görüntülenebilme özellikleri başarılı bir şekilde kullanılır.   |
| 77 | Tıbbi, zirai ve endüstriyel amaçla kullanılan X ışınları ve yapay radyoaktif maddeler, nükleer bomba denemeleri sonucu meydana gelen nükleer serpintiler, çok az da olsa nükleer güç üretiminden salınan radyoaktif maddeler ile bazı tüketici ürünlerinde kullanılan radyoaktif maddeler bilinen başlıca yapay radyasyon kaynaklarıdır. |
| 78 | Kozmik ışınlar atmosferde nükleer reaksiyonlara sebep olur.  |

Oluşturulan bilgi önermeleri arasındaki ilişkinin sağlanabilmesi ve konu ile ilgili kavramların tamamının eksiksiz bir şekilde testin gelişim aşamalarına entegre edilmiş olduğundan emin olmak için kavram haritası hazırlanmıştır.



Burada kavram haritası formatif bir değerlendirme aracından daha çok 78 bilgi önermesi arasındaki ilişkileri gösteren bir organizasyon aracı olarak kullanılmıştır. Daha sonra, içerik geçerliğinin sağlanabilmesi için hazırlanmış olan bilgi önermeleri ve kavram haritası üçü eğitim fakültesinde öğretim üyesi ve diğer dördü ise fen edebiyat fakültesinde öğretim üyesi olarak görev yapmakta olan alanında söz sahibi 7 uzman tarafından incelenmiştir. Uzman görüşleri çerçevesinde içeriğin, bilgi önermeleri ve kavram haritası ile uyumlu olup olmadığı kontrol edilerek gerekli düzeltmeler yapılmış içerik geçerliği sağlanmaya çalışılmıştır.

### ***GHNK’nda öğrencilerin kavram yanılgılarının incelenmesi***

GHNK tanı testinin oluşturulmasının ikinci basamağı konu ile ilgili alan yazındaki mevcut araştırmaların incelenmesi ve öğrencilerin sahip olduğu kavram yanılgıları ile ilgili bilgi edinilmesidir. Bunun için literatürde mevcut olan çalışmalar (Alsop, 2001; Aubrecht ve Torick, 2001; Colclough, Lock ve Soares, 2011; Çelik ve Kılıç, 2005; Eijkelhof, 1996; Eijkelhof ve Millar, 1988; Henriksen ve Jorde, 2001; Henriksen, 1996; Hutchison ve Hutchison, 1997; Karagöz, 2007; Kilinc, Boyes ve Stanisstreet, 2012; Libarkin ve diğ., 2011; Lijnse ve diğ., 1990; Maidu ve Dekay, 2012; Meşeci ve diğ., 2013; Millar, 1994; Millar ve Gill, 1996; Millar, Klaassen ve Eijkelhof, 1990; Morgil ve diğ., 2004; Mubeen ve diğ., 2008; Nakiboğlu ve Tekin, 2006; Neumann ve Hopf, 2012; Neumann ve Hopf, 2013a; Neumann ve Hopf, 2013b; Prather ,2005; Prather ve Harrington, 2001; Rego ve Peralta, 2006; Spaulding ve diğ., 2006; Acar Sesen ve Ince, 2010; Tsaparlis ve diğ., 2013; Usta ve Ayas, 2010; Yalçın, 2003) incelenmiş, konu ile ilgili çeşitli kavram yanılgıları tespit edilmiştir. Tespit edilen kavram yanılgıları kullanılarak 40 soruluk iki aşamalı bir soru havuzu oluşturulmuştur. Hazırlanan testin birinci aşaması 6 seçenek (5 seçenek ve “diğer” seçeneği) içermektedir. “Diğer” seçeneğinin konulmasında amaç, öğrencileri 5 seçenekle sınırlandırmamak ve yeni seçeneklere dolayısı ile yeni kavram yanılgılarına ulaşabilmektir (Aykutlu ve Şen, 2012). İkinci aşamasında ise öğretmen adaylarından birinci basamakta verdiği cevabın sebebini yazması istenmiştir.

Oluşturulan bu iki aşamalı 40 soruluk test 2014-2015 eğitim-öğretim yılı güz döneminde Dumlupınar Üniversitesi Eğitim Fakültesi'nde öğrenim gören Sınıf Öğretmenliği 4. sınıf 30, Fen Bilgisi Öğretmenliği 1. sınıf 35, fen bilgisi öğretmenliği 4. sınıf 49; formasyon birimi kimya öğretmenliği 17 ve fizik öğretmenliği 28 olmak üzere toplam 159 öğretmen adayına uygulanmıştır. Mümkün olabildiğince farklı cevap formatlarına ulaşabilmek için testin sınıf öğretmenliği bölümü dışında diğer bölümlerdeki öğrencilere de uygulanması bu aşamada uygun görülmüştür. Testin birinci pilot uygulaması olan bu uygulamadan elde edilen veriler ikinci pilot çalışmasında kullanılacak olan çoktan seçmeli iki aşamalı testin ikinci aşamasının çeldiricilerinin oluşturulmasında kullanılmıştır.

Birinci pilot uygulamada elde edilen cevaplar analize tabi tutulmuş ve testin ikinci aşamasında öğretmen adayları tarafından yazılan nedenlerin frekans tabloları hazırlanmıştır. Daha sonra en sık rastlanan nedenler belirlenerek, testin ikinci basamağının çeldiricilerini oluşturmada kullanılmak üzere not edilmiştir.

Birinci pilot uygulamada birinci ve ikinci aşama sorularına verilen cevaplar beraber incelendiğinde 40 soruluk kavram tanı testinin iki sorusu yeterince açık olmaması ve öğretmen adayları tarafından anlaşılabilmesi sebebiyle elimine edilmiştir. Buna ek olarak birinci pilot uygulamadan testin ikinci aşaması için not edilen nedenler, çeldiriciler formatında teste konulmuş ve 38 soruluk iki aşamalı ve her iki aşaması da çoktan seçmeli olan kavram testi oluşturulmuştur. Testin her iki aşamasında da öğretmen adaylarını 5 seçenek ile sınırlandırmamak için farklı cevaplarını yazabilecekleri “diğer” seçeneği de eklenmiştir.

### ***İki aşamalı testin oluşturulması***

İki aşamalı testin son aşaması ise kavram testi soruları ile ilişkili olan bilgi önermelerini gösteren bir belirtke tablosunun hazırlanmasıdır. Aşağıda GHNK kavram testinin soruları ve bilgi önermelerini ilişkilendiren belirtke tablosu (tablo 10) verilmiştir. Bazı sorular bir tek bilgi önermesi ile ilgili olurken bazı sorular birden fazla bilgi önermesi ile ilişkili olabilmektedir.

Tablo 10

*GHNKTT Sorularıyla İlgili Bilgi Önermeleri*

| SORU | Bilgi Önermesi Numaraları      |
|------|--------------------------------|
| 1    | 33, 34, 36, 42, 78             |
| 2    | 20, 21, 45, 46, 54, 63, 65, 76 |
| 3    | 1, 6, 36, 46, 52, 63, 66, 67   |
| 4    | 3, 5, 34, 70                   |
| 5    | 1, 6, 5, 19, 45, 46            |
| 6    | 33, 34, 1, 6, 62               |
| 7    | 4, 13, 23, 60                  |
| 8    | 23, 30, 31, 32, 45             |
| 9    | 13, 24, 25, 27, 28             |
| 10   | 13, 48, 49                     |
| 11   | 33, 34, 38, 39, 40, 48, 78     |
| 12   | 13, 18, 72, 73                 |
| 13   | 22                             |
| 14   | 12, 14, 15, 16                 |
| 15   | 15, 16                         |
| 16   | 33, 34, 36, 41, 42, 43         |
| 17   | 12, 14, 17                     |
| 18   | 5, 21, 54, 74                  |
| 19   | 70                             |
| 20   | 9, 10, 11, 14, 17              |
| 21   | 5, 21, 54                      |
| 22   | 33, 68                         |
| 23   | 12, 17, 33, 40, 68, 69, 71     |
| 24   | 7, 8, 12                       |
| 25   | 5, 45, 46                      |
| 26   | 2, 4, 35                       |
| 27   | 61, 62, 64, 67, 68             |
| 28   | 37, 47, 72, 73, 77             |
| 29   | 2, 4                           |
| 30   | 56, 57, 58                     |
| 31   | 59, 60, 62, 64, 79             |
| 32   | 57, 63, 65, 75                 |
| 33   | 33, 42, 44, 48                 |
| 34   | 1, 2, 4                        |
| 35   | 36, 46, 74                     |
| 36   | 1, 4, 5, 6, 45, 46, 54         |
| 37   | 4, 48, 50, 51, 53              |
| 38   | 26, 29, 72                     |

Belirtke tablosu içerik geçerliğinin sağlanmasında bilgi önermelerini ve kavram haritasını tamamlayıcı ve düzenleyici bir araç olduğundan iki aşamalı test geliştiricileri tarafından tavsiye edilmiştir (Schaffer, 2013; Treagust, 1988).

### Üç aşamalı testinin (GHNKTT) geliştirilmesi

Treagust (1986, 1988, 2006) tarafından geliştirilen taslak ile 38 soruluk iki aşamalı kavram testi oluşturulduktan sonra sınıf öğretmeni adaylarının verdikleri cevaplarda ne kadar emin olduklarını belirleyebilmek için her maddeye bir üçüncü aşama daha eklenmiştir. Eklenen bu üçüncü aşamada ise öğrencilerin önceki iki aşamada verdikleri cevaplardan ne kadar emin oldukları sorulmuştur. 4 lü likert tipi formatında olan üçüncü aşamada öğrencilere “emin değilim”, “tahmin ettim”, “eminim” ve “çok eminim” seçenekleri sunulmuştur.

Hazırlanan 38 soruluk üç aşamalı çoktan seçmeli test, 2015-2016 güz döneminde Afyon Kocatepe Üniversitesinden 62, Denizli Pamukkale Üniversitesinden 64 ve Kütahya Dumlupınar Üniversitesinden 124 öğretmen adayı olmak üzere toplam 250 üniversite öğrencisine uygulanmıştır.

Uygulama sonunda ilk iki aşama için elde edilen veriler madde güçlük ve ayırt edicilik indekslerinin hesaplanması amacıyla TAP programına girilmiştir. Duyurusu ilk olarak Brooks ve Johanson tarafından 2003 yılında yapılan TAP programı öğretmen adaylarına veri analizi yaparken yardımcı olmak amacı ile tasarlanmış bir istatistiksel test analiz programıdır. Brooks ve Johanson bu programın özellikle madde analizi gibi istatistiksel işlemlerde öğretmen adayları veya öğretmen yetiştiricileri tarafından güvenilir bir şekilde kullanılabileceğini ifade etmişlerdir (2003). Gül ve Doğan (2011) öğretmen adaylarının ölçme ve değerlendirme okuryazarlık seviyelerini tespit etmek için yaptıkları araştırmada öğretmen adaylarının kağıt üzerinde gerçekleştirdikleri envanter analizlerini TAP programı yardımıyla online olarak yaptıkları envanter analizleri ile karşılaştırmış ve TAP programı kullanılarak online yapılan analizlerin daha güvenilir sonuçlar verdiğini, bunun yanında araştırmacılara birçok avantaj sağladığı da ifade etmişlerdir.

GHNK kavram testindeki otuz sekiz madde ayırt edicilik ve madde güçlük indekslerinin hesaplanması amacıyla TAP (Test Analysis Program) programı ile analize tabi tutulmuş ve elde edilen sonuçlar Tablo 11’de maddeler halinde belirtilmiştir (Brooks ve Johanson, 2003). Daha sonra ayırt edicilik indeksi .2 den küçük olan maddeler belirlenerek elimine edilmiştir. (Crocker ve Algina, 2008; Ebel, 1954; Ebel ve Frisbie, 1991).

Tablo 11

*GHNKTT Güçlük ve Ayırt Edicilik İndeksleri (38 Madde)*

| Madde Numarası | Güçlük İndeksi | Ayırt Edicilik İndeksi |
|----------------|----------------|------------------------|
| Madde 01       | .53            | .42                    |
| Madde 02       | .12            | .15                    |
| Madde 03       | .22            | .17                    |
| Madde 04       | .32            | .25                    |
| Madde 05       | .07            | .10                    |
| Madde 06       | .02            | .03                    |
| Madde 07       | .21            | .28                    |
| Madde 08       | .16            | .22                    |
| Madde 09       | .13            | .14                    |
| Madde 10       | .18            | .27                    |
| Madde 11       | .09            | .17                    |
| Madde 12       | .10            | .08                    |
| Madde 13       | .02            | .05                    |
| Madde 14       | .12            | .20                    |
| Madde 15       | .04            | .06                    |
| Madde 16       | .16            | .09                    |
| Madde 17       | .04            | .05                    |
| Madde 18       | .08            | .13                    |
| Madde 19       | .18            | .23                    |
| Madde 20       | .03            | .03                    |
| Madde 21       | .04            | .06                    |
| Madde 22       | .15            | .26                    |
| Madde 23       | .06            | .13                    |
| Madde 24       | .09            | .17                    |
| Madde 25       | .32            | .41                    |
| Madde 26       | .08            | .10                    |
| Madde 27       | .19            | .31                    |
| Madde 28       | .15            | .25                    |
| Madde 29       | .19            | .31                    |
| Madde 30       | .15            | .25                    |
| Madde 31       | .08            | .11                    |
| Madde 32       | .04            | .03                    |
| Madde 33       | .22            | .36                    |
| Madde 34       | .08            | .16                    |
| Madde 35       | .20            | .32                    |
| Madde 36       | .13            | .22                    |
| Madde 37       | .24            | .38                    |
| Madde 38       | .13            | .22                    |

Bu işlem sonunda çıkarılmayıp elde tutulan (1, 4, 7, 8, 10, 19, 22, 25, 27, 28, 29, 30, 33, 35, 36, 37 ve 38. maddeler) 17 madde bir kez daha TAP programında analize tabi tutularak bu maddelerin ayırt edicilik indeks değerleri bir daha .2 bazında kontrol edilmiştir. Analiz sonunda tutulan maddeler tablo

12’de gösterilmiştir. 17 maddeye ait ortalama güçlük indeksi .21 ve ortalama ayırt edicilik indeksi ise .32 olarak hesaplanmıştır. Ortalama ayırt edicilik indeksine göre tanı testinin iyi bir ayırt edicilik özelliğine sahip olduğu söylenebilir (Crocker ve Algina, 2008; Ebel, 1954; Ebel ve Frisbie, 1991).

Tablo 12

*GHNKTT Güçlük ve Ayırt Edicilik İndeksleri (17 Madde)*

| Eski madde No | Yeni madde no | Güçlük İndeksi | Ayırt edicilik İndeksi |
|---------------|---------------|----------------|------------------------|
| Madde 01      | Madde 01      | .53            | .40                    |
| Madde 04      | Madde 02      | .32            | .27                    |
| Madde 07      | Madde 03      | .21            | .34                    |
| Madde 08      | Madde 04      | .16            | .27                    |
| Madde 10      | Madde 05      | .18            | .29                    |
| Madde 19      | Madde 06      | .18            | .29                    |
| Madde 22      | Madde 07      | .15            | .25                    |
| Madde 25      | Madde 08      | .32            | .49                    |
| Madde 27      | Madde 09      | .19            | .36                    |
| Madde 28      | Madde 10      | .15            | .26                    |
| Madde 29      | Madde 11      | .19            | .36                    |
| Madde 30      | Madde 12      | .15            | .26                    |
| Madde 33      | Madde 13      | .22            | .35                    |
| Madde 35      | Madde 14      | .20            | .27                    |
| Madde 36      | Madde 15      | .13            | .26                    |
| Madde 37      | Madde 16      | .24            | .44                    |
| Madde 38      | Madde 17      | .13            | .27                    |

İlk iki aşamanın güvenilirliğini belirlemek için Cronbach alfanın kullanılmasına karar verilmiştir. Analizde her iki aşamada yanlış cevap verildiğinde 0, herhangi birisinde yanlış cevap verildiğinde 1 ve her iki aşamada da doğru cevap verildiğinde 2 olarak kodlanması sonucu 3 farklı değer ortaya çıkmıştır. Cronbach alfa buradaki gibi 3 farklı kodlama ile gerçekleştirilen güvenilirlik analizlerinde tercih edilen bir yol olduğu vurgulanmıştır (Field, 2013). Tablo 13’te 38 soruluk GHNK tanı testinden uygulama sonunda elde edilen veriler ve madde analizi sonucunda 21 maddenin elemine edilmesiyle geriye kalan 17 maddenin, Cronbach alfa değerleri verilmiştir. Görüldüğü gibi 21 maddenin testten alınması ile Cronbach alfa değerinde bir düşüş gözlenirse de kabul edilebilir sınırlar içinde kaldığı göze çarpmaktadır.



Tablo 13

*GHNKTT'nin Cronbach Alfa Değerleri ile Güvenirliği*

| Cronbach Alfa | Madde Sayısı |
|---------------|--------------|
| .658          | 38           |
| .616          | 17           |

Nunnally ve Bernstein (1994) Cronbach alfa değerini .7'ye yaklaştığında orta dereceli güvenilirlik olarak tanımlamıştır. Çoktan seçmeli testlerin güvenilirliklerinde ise alt eşik değer olarak .5 kabul edilmektedir (Nunnally, 1978).

Elde edilen veriler ayrıca faktör analizine tabi tutulmuştur (Tablo 14). Faktör analizi çok değişkenli çalışmalarda değişken sayısını azaltmak amacıyla veya aynı özelliği ölçen değişkenleri bir araya getirerek yeni değişkenler bulmaya yarayan istatistiksel bir analiz olarak da bilinmektedir (Stone ve Zhu, 2015; Urbina, 2014).

Tablo 14

*GHNKTT Faktör Analizi (döndürülmüş temel bileşenler analizi) Faktör Yük Değerleri*

| Madde no | Faktör 1 | Faktör 2 | Faktör 3 | Faktör 4 | Faktör 5 | Faktör 6 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| M15      | .810     |          |          |          |          |          |
| M17      | .741     |          |          |          |          |          |
| M16      | .726     |          |          |          |          |          |
| M11      |          | .622     |          |          |          |          |
| M04      |          | .604     |          |          |          |          |
| M10      |          | .398     |          |          |          |          |
| M03      |          |          | .728     |          |          |          |
| M01      |          |          | .571     |          |          |          |
| M02      |          | .346     |          |          |          |          |
| M12      |          |          |          | .712     |          |          |
| M08      |          |          |          | .511     |          |          |
| M05      |          | .430     |          |          |          |          |
| M07      |          |          |          |          | .730     |          |
| M09      |          |          |          |          | .688     |          |
| M14      |          |          |          |          | .438     |          |
| M06      |          |          |          |          |          | .836     |
| M13      |          |          |          |          |          | .480     |

Açımlayıcı faktör analizinden sonra GNHK kavram tanı testi maddeleri 6 faktör altında toplanarak isimlendirilmiştir (Tablo 15).

Tablo 15

*GHNKTT Faktör Analizi Sonucunda Belirlenen Yapılar (faktörler)*

|          | Yapının adı                      | İçerdiği maddeler  |
|----------|----------------------------------|--------------------|
| Faktör 1 | Nükleer radyasyon etkileşimleri  | 15, 16, 17         |
| Faktör 2 | Nükleer radyasyon ve terminoloji | 02, 04, 05, 10, 11 |
| Faktör 3 | Doğal radyasyon                  | 1, 3               |
| Faktör 4 | Radyoaktiflik ve sigara          | 08, 12             |
| Faktör 5 | Nükleer enerji ve tıp            | 07, 09, 14         |
| Faktör 6 | Yapay radyasyon ve radon         | 06, 13             |

Bunula birlikte geliştirilen 17 maddelik GHNKTT’de alınabilecek en yüksek puan 34, en düşük puan ise 0 (sıfır) dır.

**Verilerin Analizi**

Bu çalışmada geliştirilen üç aşamalı GHNKTT’i çeşitli üniversitelerde öğrenim gören sınıf öğretmen adaylarına uygulandıktan sonra elde edilen veriler paket programı ile istatistiksel analize tabi tutulmuştur.

Elde edilen veriler üzerinde kestirimsel istatistiki analizlerin yapılabilmesi için verilerin normal dağılıma sahip olup olmadığı incelenmiştir. Bu amaçla çarpıklık katsayısı (ÇK) ve çarpıklık katsayısının çarpıklık katsayısının standart hatasına bölünmesi ile elde edilen z çarpıklık değeri ( $z_{\text{ç}}$ ) hesaplanmıştır. Her bir kestirimsel analiz öncesinde karşılaştırılacak grupların  $z_{\text{ç}}$  değerleri hesaplanarak tablolastırılmıştır. Hazırlanan normallik tablolarında z çarpıklık değeri ( $z_{\text{ç}}$ ); mutlak değerce .05 anlamlılık düzeyinde 1.96, .01 anlamlılık düzeyinde 2.58 ve .001 anlamlılık düzeyinde ise 3.29’dan küçük olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır (Büyüköztürk, 2012; Field, 2013).

Kestirimsel analizlerde ise cinsiyet, sınıf ve GHNK bilgi kaynakları değişkenlerine göre gruplar oluşturulmuş ve normal dağılıma sahip olduğu belirlenen gruplar için bağımsız örneklem için tek yönlü ANOVA ve bağımsız örneklem için t-testi uygulanmıştır.

GHNKTT testinin üçüncü aşaması olan ED’nin analizinde ise eşik değer olarak “emin değilim” cevabının karşılığı olan 2 değeri kabul edilmiştir (Hasan ve diğ., 1999; Schaffer, 2013). Herbir maddenin yanlış ve doğru cevapları için ED ortalamaları ayrı ayrı hesaplanmıştır. Verilen yanlış cevaplar için o maddede

hesaplanan ED ortalaması değer olarak ikiyi aştığı durumlarda o maddeye verilen yanlış cevapların kavram yanlışlarından dolayı olduğu kabul edilirken ikiden küçük olduğu durumlarda ise bilgi eksikliğinden kaynaklanmış olduğu kabul edilmiştir. Verilen doğru cevaplar için ise o maddede hesaplanan ED ortalama değerinin ikiyi aşması o maddede doğru olarak kazanılmış kavram olarak yorumlanırken ikiden küçük olması şanslı tahmin olarak kabul edilmiştir (Hasan ve diğ., 1999; Schaffer, 2013).



## Üçüncü Bölüm

### Bulgular

Bu bölümde araştırma kapsamında kullanılan veri toplama aracından elde edilen bulgular yer almaktadır. Çalışmanın bulguları araştırma sorularına göre belirlenen alt başlıklar halinde sunulmuştur.

#### **GHNKTT Maddelerine Ait Betimsel (Descriptive) Bulgular**

GHNKTT testinde yer alan her bir madde nükleer radyasyon etkileşimleri, nükleer ve terminoloji, yapay radyasyon, radyoaktif kirlilik ve sigara, nükleer enerji ve tıp ve doğal radyasyon başlıkları altında verilmiş ve maddelerden elde edilen bulgular betimsel olarak sunulmuştur. Bunun yanı sıra her bir maddenin analizi ile oluşturulan tablolar sınıf değişkenine göre gösterilmiştir.

#### **Nükleer radyasyon etkileşimleri**

##### ***Madde 15***

Madde 15 (Tablo 16) ile öğretmen adaylarının nükleer kazalar sonrası radyoaktif kirliliğin ortaya çıkma yolları ile ilgili anlayışlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Tablo 16'da 4. sınıf öğretmen adaylarından 6 sı (%19.4) hem içerik hem de neden basamaklarında doğru cevap vermiştir. Bu aynı zamanda 4. sınıf öğretmen adaylarının 1. madde için diğer sınıflara göre daha yüksek doğru cevaplama oranına sahip olduklarını göstermektedir. Grupların tümünde 1. basamağı 84 öğretmen adayı (%33.6), 2. basamağı 66 öğretmen adayı (%26.4), her ikisini ise 33 öğretmen adayı (%13.2) doğru cevaplamıştır. İlgili maddenin ilk basamağında öğretmen adaylarının en fazla tercih ettikleri seçenek "a" (%24.8) iken ikinci basamağın da ise "b" (%26.4) olduğu görülmektedir. Bu bulgu öğretmen adaylarının radyoaktif kirlilik kavramını, iyonlaştırıcı radyasyonun madde ile etkileşimi konusuyla ilişkilendirdiklerini göstermektedir.

Madde 15: Japonya'daki Fukuşima nükleer santral kazasından sonra Japon limonlarında normalin üstünde radyoaktivite tespit edilmiştir. Bununla ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi doğrudur? (\*doğru cevap)

a) Limonlar çok yüksek seviyede nükleer ışımaya maruz kalmıştır.

- b) DNA'daki tahribat radyoaktivitenin artmasına sebep olmuştur.  
c) Radyoaktif partiküller su, hava ve toprak gibi yollarla limonlara geçmiştir.\*  
d) Bulutlarının taşıdığı zehirli parçacıklar yağmurla limonlara geçmiştir.  
e) Radyasyon topraktan limon ağaçlarına geçmiştir.

Yukarıda verdiğim cevabın nedeni: Çünkü...

- a) radyoaktif nesnelere içinde radyoaktif elementler olmalı.\*  
b) radyasyon limon ağaçlarının DNA'sını bozmuştur.  
c) radyasyona maruz kalan nesnelere radyoaktif olurlar.  
d) nükleer kazalarda radyasyon yüklü bulutlar oluşur.  
e) topraktaki radyasyon ağaçlar tarafından emilebilir.  
Diğer (Yazınız).....

Tablo 16

*On Beşinci Maddeye Verilen Cevapların Dağılımı*

| Sınıf    | Seçenekler | Neden aşaması |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     | Toplam |      |
|----------|------------|---------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|--------|------|
|          |            | a             |       | b    |      | c    |      | d    |      | e    |      | g    |     | n      | %    |
| 1. Sınıf | a          | 6             | 7.6   | 3    | 3.8  | 5    | 6.3  | -    | -    | 3    | 3.8  | -    | -   | 17     | 21.5 |
|          | b          | 3             | 3.8   | 6    | 7.6  | -    | -    | 2    | 2.5  | 2    | 2.5  | -    | -   | 13     | 16.5 |
|          | c          | 15            | *19   | 3    | 3.8  | 7    | 8.9  | 2    | 2.5  | 4    | 5.1  | -    | -   | 31     | 39.2 |
|          | d          | -             | -     | 3    | 3.8  | -    | -    | 6    | 7.6  | 1    | 1.3  | -    | -   | 10     | 12.7 |
|          | e          | 1             | 1.3   | 2    | 2.5  | -    | -    | 3    | 3.8  | 1    | 1.3  | -    | -   | 7      | 8.9  |
|          | g          | -             | -     | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 1    | 1.3 | 1      | 1.3  |
|          | Toplam     |               | 25    | 31.6 | 17   | 21.5 | 12   | 15.2 | 13   | 16.5 | 11   | 13.9 | 1   | 1.3    | 79   |
| 2. Sınıf | a          | 6             | 6.8   | 15   | 17.0 | 7    | 8.0  | -    | -    | -    | -    | -    | -   | 28     | 31.8 |
|          | b          | 2             | 2.3   | 7    | 8.0  | 2    | 2.3  | 2    | 2.3  | 2    | 2.3  | -    | -   | 15     | 17   |
|          | c          | 5             | *5.7  | 1    | 1.1  | 8    | 9.1  | 5    | 5.7  | 1    | 1.1  | 1    | 1.1 | 21     | 23.9 |
|          | d          | 1             | 1.1   | -    | -    | 2    | 2.3  | 3    | 3.4  | 2    | 2.3  | -    | -   | 8      | 9.1  |
|          | e          | -             | -     | 3    | 3.4  | 2    | 2.3  | 1    | 1.1  | 6    | 6.8  | -    | -   | 12     | 13.6 |
|          | g          | -             | -     | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 4    | 4.5 | 4      | 4.5  |
|          | Toplam     |               | 14    | 15.9 | 26   | 29.5 | 21   | 23.9 | 11   | 12.5 | 11   | 12.5 | 5   | 5.7    | 88   |
| 3. Sınıf | a          | 2             | 3.8   | 3    | 5.8  | 4    | 7.7  | -    | -    | -    | -    | -    | -   | 9      | 17.3 |
|          | b          | 2             | 3.8   | 9    | 17.3 | 1    | 1.9  | 1    | 1.9  | -    | -    | -    | -   | 13     | 25.0 |
|          | c          | 7             | *13.5 | 2    | 3.8  | 5    | 9.6  | 1    | 1.9  | 1    | 1.9  | -    | -   | 16     | 30.8 |
|          | d          | -             | -     | -    | -    | 2    | 3.8  | 6    | 11.5 | 1    | 1.9  | -    | -   | 9      | 17.3 |
|          | e          | -             | -     | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 4    | 7.7  | -    | -   | 4      | 7.7  |
|          | g          | -             | -     | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 1    | 1.9 | 1      | 1.9  |
|          | Toplam     |               | 11    | 21.2 | 14   | 26.9 | 12   | 23.1 | 8    | 15.4 | 6    | 11.5 | 1   | 1.9    | 52   |
| 4. Sınıf | a          | -             | -     | 6    | 19.4 | 1    | 3.2  | 1    | 3.2  | -    | -    | -    | -   | 8      | 25.8 |
|          | b          | 1             | 3.2   | 3    | 9.7  | 1    | 3.2  | -    | -    | -    | -    | -    | -   | 5      | 16.1 |
|          | c          | 6             | *19.4 | -    | -    | 5    | 16.1 | -    | -    | 5    | 16.1 | -    | -   | 16     | 51.6 |
|          | e          | -             | -     | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 2    | 6.5  | -    | -   | 2      | 6.5  |
|          | Toplam     |               | 7     | 22.6 | 9    | 29   | 7    | 22.6 | 1    | 3.2  | 7    | 22.6 | -   | -      | 31   |
| Genel    | a          | 14            | 5.6   | 27   | 10.8 | 17   | 6.8  | 1    | .4   | 3    | 1.2  | -    | -   | 62     | 24.8 |
|          | b          | 8             | 3.2   | 25   | 10   | 4    | 1.6  | 5    | 2    | 4    | 1.6  | -    | -   | 46     | 18.4 |
|          | c          | 33            | *13.2 | 6    | 2.4  | 25   | 10   | 8    | 3.2  | 11   | 4.4  | 1    | .4  | 84     | 33.6 |
|          | d          | 1             | .4    | 3    | 1.2  | 4    | 1.6  | 15   | 6    | 4    | 1.6  | -    | -   | 27     | 10.8 |
|          | e          | 1             | .4    | 5    | 2    | 2    | .8   | 4    | 1.6  | 13   | 5.2  | -    | -   | 25     | 10   |
|          | g          | -             | -     | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 6    | 2.4 | 6      | 2.4  |
| Toplam   |            | 57            | 22.8  | 66   | 26.4 | 52   | 20.8 | 33   | 13.2 | 35   | 14   | 7    | 2.8 | 250    | 100  |

\*Her iki aşamada doğru cevap

## Madde 16

Madde 16 (Tablo 17) öğretmen adaylarının radyoaktif maddelerin özellikleri ve iyonlaşmaya karşı zırhlanma ile ilgili anlayışlarını değerlendirmektedir. 4. sınıf öğretmen adaylarının 11'inin 2. maddenin her iki basamağına da doğru cevap vermiş olduğu ve bununla birlikte en yüksek doğru cevaplama oranının da (%35.5) 4. sınıf öğretmen adaylarına ait olduğu görülmektedir. Tablo 17'de öğretmen adaylarının genelinde ilk basamağı 84 (%33.6), ikinci basamağı 88 (%35.2), her iki basamağı da doğru olarak cevaplayan 61 (%24.4) öğretmen adayı olduğu belirtilmiştir. Yanlış cevaplar incelendiğinde birinci basamakta en çok "a" seçeneğinin (52 öğretmen adayı, %20.8), ikinci basamakta ise en çok "b" seçeneğinin (56 öğretmen adayı, %22.4) seçilmiş olduğu görülmektedir. Bu da öğretmen adaylarının nükleer radyasyonun madde ile etkileşimi konusu ile ilgili doğru olmayan fikirlere sahip olduklarını göstermektedir.

Madde 16: Yangın alarmı olarak kullanılan duman detektörleri içerdikleri radyoaktif madde nedeniyle çok düşük oranda alfa ( $\alpha$ ) radyasyonu yaymaktadır. İşyerinde duman detektörleri bulunan hamile bir bayanın bu detektörlerden dolayı maruz kaldığı radyasyonu azaltması için aşağıdakilerden hangisini yapması bir fayda sağlamayacaktır? (\*doğru cevap)

- Detektöre mümkün olan en uzak noktada çalışması
- Detektörlerin bulunduğu odalarda daha az zaman geçirmesi
- Radyasyondan koruyucu elbiseler giymesi
- Çalıştığı odadaki detektörün elektriğini kesmesi\*
- Detektörün alfa ( $\alpha$ ) radyasyonunu kesebilecek bölmeler içinde çalışması

Yukarıda verdiğim cevabın nedeni: Çünkü...

- alfa ( $\alpha$ ) radyasyonu madde ile etkileşime girmez.
  - ışınlar en uzak yerlere kadar ulaşabilir.
  - süre kısaldıkça zarar azalmayacaktır.
  - alfa ( $\alpha$ ) radyasyonu maddeden kolaylıkla geçer.
  - radyoaktivite dış etkenlere bağlı değildir.\*
- Diğer (Yazınız).....

Tablo 17

### On Altıncı Maddeye Verilen Cevapların Dağılımı

| Sınıf    | Seçenekler | Neden aşaması |      |    |      |    |      |    |      |    |       |   |     | Toplam |      |
|----------|------------|---------------|------|----|------|----|------|----|------|----|-------|---|-----|--------|------|
|          |            | a             |      | b  |      | c  |      | d  |      | e  |       | g |     | n      | %    |
| 1. Sınıf | a          | 2             | 2.5  | 9  | 11.4 | 1  | 1.3  | -  | -    | 1  | 1.3   | - | -   | 13     | 16.5 |
|          | b          | 1             | 1.3  | 3  | 3.8  | 4  | 5.1  | 3  | 3.8  | 1  | 1.3   | - | -   | 12     | 15.2 |
|          | c          | 2             | 2.5  | 3  | 3.8  | 2  | 2.5  | 3  | 3.8  | 2  | 2.5   | - | -   | 12     | 15.2 |
|          | d          | 2             | 2.5  | 2  | 2.5  | 2  | 2.5  | 2  | 2.5  | 24 | *30.4 | - | -   | 32     | 41.5 |
|          | e          | 2             | 2.5  | 2  | 2.5  | 2  | 2.5  | 3  | 3.8  | -  | -     | - | -   | 9      | 11.4 |
|          | g          | -             | -    | -  | -    | -  | -    | -  | -    | -  | -     | - | 1   | 1.3    | 1    |
| Toplam   |            | 9             | 11.4 | 19 | 24.1 | 11 | 13.9 | 11 | 13.9 | 28 | 35.4  | 1 | 1.3 | 79     | 100  |

Tablo 17'nin devamı

| Sınıf    | Seçenekler | Neden aşaması |      |      |      |    |      |      |      |      |       |     |     | Toplam |      |
|----------|------------|---------------|------|------|------|----|------|------|------|------|-------|-----|-----|--------|------|
|          |            | a             |      | b    |      | c  |      | d    |      | e    |       | g   |     | n      | %    |
| 2. Sınıf | a          | 5             | 5.7  | 9    | 10.2 | 3  | 3.4  | -    | -    | 3    | 3.4   | -   | -   | 2      | 22.7 |
|          | b          | 1             | 1.1  | 7    | 8    | 8  | 9.1  | 4    | 4.5  | 4    | 4.5   | -   | -   | 24     | 27.3 |
|          | c          | 3             | 3.4  | 1    | 1.1  | 3  | 3.4  | 1    | 1.1  | 3    | 3.4   | -   | -   | 11     | 12.5 |
|          | d          | 1             | 1.1  | 3    | 3.4  | 1  | 1.1  | -    | -    | 11   | *12.5 | -   | -   | 16     | 18.2 |
|          | e          | 2             | 2.3  | 2    | 2.3  | 1  | 1.1  | 1    | 1.1  | 6    | 6.8   | -   | -   | 12     | 13.6 |
|          | g          | -             | -    | -    | -    | -  | -    | -    | -    | -    | -     | 5   | 5.7 | 5      | 5.7  |
|          | Toplam     | 12            | 13.6 | 22   | 25   | 16 | 18.2 | 6    | 6.8  | 27   | 30.7  | 5   | 5.7 | 88     | 100  |
| 3. Sınıf | a          | 4             | 7.7  | 7    | 13.5 | -  | -    | -    | -    | 1    | 1.9   | -   | -   | 12     | 23.1 |
|          | b          | -             | -    | 3    | 5.8  | -  | -    | -    | -    | -    | -     | -   | -   | 3      | 5.8  |
|          | c          | 3             | 5.8  | 1    | 1.9  | 1  | 1.9  | 4    | 7.7  | 3    | 5.8   | 1   | 1.9 | 13     | 25.- |
|          | d          | 1             | 1.9  | -    | -    | 1  | 1.9  | 4    | 7.7  | 15   | *28.8 | -   | -   | 21     | 44.4 |
|          | e          | -             | -    | 1    | 1.9  | -  | -    | 1    | 1.9  | -    | -     | -   | -   | 2      | 3.8  |
|          | g          | -             | -    | -    | -    | -  | -    | -    | -    | -    | -     | 1   | 1.9 | 1      | 1.9  |
|          | Toplam     | 8             | 15.4 | 12   | 23.1 | 2  | 3.8  | 9    | 17.3 | 19   | 36.5  | 2   | 3.8 | 52     | 100  |
| 4. Sınıf | a          | 2             | 6.5  | 2    | 6.5  | 1  | 3.2  | 1    | 3.2  | 1    | 3.2   | -   | -   | 7      | 22.6 |
|          | b          | -             | -    | -    | -    | 2  | 6.5  | -    | -    | 1    | 3.2   | -   | -   | 3      | 9.7  |
|          | c          | -             | -    | -    | -    | 2  | 6.5  | -    | -    | -    | -     | -   | -   | 2      | 6.5  |
|          | d          | -             | -    | 1    | 3.2  | 1  | 3.2  | 2    | 6.5  | 11   | *35.5 | -   | -   | 15     | 48.4 |
|          | e          | -             | -    | -    | -    | -  | -    | 3    | 9.7  | 1    | 3.2   | -   | -   | 4      | 12.9 |
|          | Toplam     | 2             | 6.5  | 3    | 9.7  | 6  | 19.4 | 6    | 19.4 | 14   | 45.2  | -   | -   | 31     | 12.4 |
| Genel    | a          | 13            | 5.2  | 27   | 10.8 | 5  | 2    | 1    | .4   | 6    | 2.4   | -   | -   | 52     | 20.8 |
|          | b          | 2             | .8   | 13   | 5.2  | 14 | 5.6  | 7    | 2.8  | 6    | 2.4   | -   | -   | 42     | 16.8 |
|          | c          | 8             | 3.2  | 5    | 2    | 8  | 3.2  | 8    | 3.2  | 8    | 3.2   | 1   | .4  | 38     | 15.2 |
|          | d          | 4             | 1.6  | 6    | 2.4  | 5  | 2    | 8    | 3.2  | 61   | *24.4 | -   | -   | 84     | 33.6 |
|          | e          | 4             | 1.6  | 5    | 2    | 3  | 1.2  | 8    | 3.2  | 7    | 2.8   | -   | -   | 27     | 10.8 |
|          | g          | -             | -    | -    | -    | -  | -    | -    | -    | -    | -     | 7   | 2.8 | 7      | 2.8  |
| Toplam   | 31         | 12.4          | 56   | 22.4 | 35   | 14 | 32   | 12.8 | 88   | 35.2 | 8     | 3.2 | 250 | 100    |      |

\*Her iki aşamada doğru cevap

**Madde 17**

Madde 17'de (Tablo 18) öğretmen adaylarının nükleer radyasyonun biyolojik etkilerine yönelik anlayışları incelenmiştir. Bu madde için en yüksek doğru cevap oranı (7 öğretmen adayı, %22.6) 4. sınıf öğretmen adaylarına ait iken en düşüğü (5 öğretmen adayı, %5.7) 2. sınıf öğretmen adaylarına aittir. Tablo 18 incelendiğinde öğretmen adaylarının genelinde doğru cevaplama oranının % 13.2 (33 öğretmen adayı) olduğu görülmektedir. En sık seçilen yanlış seçenek maddenin birinci basamağı için "e" (63 öğretmen adayı, %25.2), ikinci basamağı için "d" (68 öğretmen adayı, %27.2) seçenekleridir. Bu seçenekler göz önünde bulundurulduğunda öğretmen adaylarının nükleer radyasyonun biyolojik

etkileşimleri ve kanser konusu ile ilgili yanlış fikirlere sahip oldukları göze çarpmaktadır.

Madde 17: Aşağıda kanser ile ilgili verilen ifadelerden hangisi yanlıştır? (\*doğru cevap)

- a) Kanserin sebepleri kesin olarak bilinmemektedir.\*
- b) Nükleer radyasyona maruz kalmak kansere yakalanma riskini artırır.
- c) Maruz kalınan nükleer radyasyon dozu ile buna bağlı kanser riski doğru orantılıdır.
- d) Kansere tedavisinde iyonlaştırıcı radyasyon kanserli hücreleri öldürmek için kullanılır.
- e) Radyasyonun sebep olduğu kanseri, başka bir etmenin sebep olduğu kanserden ayırt etmek mümkündür.

Yukarıda verdiğim cevabın nedeni: Çünkü...

- a) nükleer radyasyonun kanser riskini artırdığı bir efsanedir.
  - b) radyasyonun her dozu aynı oranda kanser riski taşır.
  - c) iyonlaştırıcı radyasyon normal hücreleri de öldürdüğü için tedavide kullanılmaz.
  - d) tıp çok ilerlediğinden kanserin sebepleri rahatlıkla tespit edilebilmektedir.
  - e) kansere yakalandıktan sonra bunun nedeninin ne olduğunu anlamak bugün için imkânsızdır.\*
- Diğer (Yazınız).....

Tablo 18

On Yedinci Maddeye Verilen Cevapların Dağılımı

| Sınıf    | Seçenekler | Neden aşaması |     |      |     |      |      |      |      |      |       |      |     | Toplam |      |
|----------|------------|---------------|-----|------|-----|------|------|------|------|------|-------|------|-----|--------|------|
|          |            | a             |     | b    |     | c    |      | d    |      | e    |       | g    |     | n      | %    |
| 1. Sınıf | a          | 4             | 5.1 | 1    | 1.3 | 2    | 2.5  | 3    | 3.8  | 13   | *16.5 | -    | -   | 23     | 29.1 |
|          | b          | 2             | 2.5 | 4    | 5.1 | 1    | 1.3  | 3    | 3.8  | -    | -     | -    | -   | 10     | 12.7 |
|          | c          | 3             | 3.8 | -    | -   | 4    | 5.1  | 5    | 6.3  | 2    | 2.5   | -    | -   | 14     | 17.7 |
|          | d          | -             | -   | 1    | 1.3 | 8    | 10.1 | 3    | 3.8  | 2    | 2.5   | -    | -   | 14     | 17.7 |
|          | e          | -             | -   | 1    | 1.3 | -    | -    | 3    | 3.8  | 13   | 16.5  | -    | -   | 17     | 21.5 |
|          | g          | -             | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -    | -    | -     | 1    | 1.3 | 1      | 1.3  |
|          | Toplam     |               | 9   | 11.4 | 7   | 8.9  | 15   | 19   | 17   | 21.5 | 30    | 38.1 | 1   | 1.3    | 79   |
| 2. Sınıf | a          | 5             | 5.7 | 3    | 3.4 | 2    | 2.3  | 14   | 15.9 | 5    | *5.7  | -    | -   | 29     | 33.0 |
|          | b          | 4             | 4.5 | 2    | 2.3 | 2    | 2.3  | -    | -    | -    | -     | -    | -   | 8      | 9.1  |
|          | c          | 1             | 1.1 | 4    | 4.5 | 4    | 4.5  | 3    | 3.4  | 1    | 1.1   | -    | -   | 13     | 14.8 |
|          | d          | 1             | 1.1 | -    | -   | 4    | 4.5  | 8    | 9.1  | -    | -     | -    | -   | 13     | 14.8 |
|          | e          | -             | -   | 2    | 2.3 | 1    | 1.1  | 6    | 6.8  | 12   | 13.6  | -    | -   | 21     | 23.9 |
|          | g          | -             | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -    | -    | -     | 4    | 4.5 | 4      | 4.5  |
|          | Toplam     |               | 11  | 12.5 | 11  | 12.5 | 13   | 14.8 | 31   | 35.2 | 18    | 20.5 | 4   | 4.5    | 88   |
| 3. Sınıf | a          | 1             | 1.9 | -    | -   | 2    | 3.8  | 2    | 3.8  | 8    | *15.4 | -    | -   | 13     | 25.0 |
|          | b          | -             | -   | 5    | 9.6 | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -    | -   | 5      | 9.6  |
|          | c          | -             | -   | 3    | 5.8 | 3    | 5.8  | 1    | 1.9  | 1    | 1.9   | -    | -   | 8      | 15.4 |
|          | d          | -             | -   | 1    | 1.9 | 3    | 5.8  | 4    | 7.7  | 1    | 1.9   | -    | -   | 9      | 17.3 |
|          | e          | -             | -   | 2    | 3.8 | 3    | 5.8  | 4    | 7.7  | 7    | 13.5  | -    | -   | 16     | 30.8 |
|          | g          | -             | -   | -    | -   | -    | -    | -    | -    | -    | -     | 1    | 1.9 | 1      | 1.9  |
|          | Toplam     |               | 1   | 1.9  | 11  | 21.2 | 11   | 21.2 | 11   | 21.2 | 17    | 32.7 | 1   | 1.9    | 52   |



Tablo 18'in devamı

| Sınıf    | Seçenekler | Neden aşaması |     |    |      |    |      |    |      |    |       |   |     | Toplam |      |
|----------|------------|---------------|-----|----|------|----|------|----|------|----|-------|---|-----|--------|------|
|          |            | a             |     | b  |      | c  |      | d  |      | e  |       | g |     | n      | %    |
| 4. Sınıf | a          | 2             | 6.5 | -  | -    | -  | -    | 5  | 16.1 | 7  | *22.6 | - | -   | 14     | 45.2 |
|          | b          | -             | -   | 1  | 3.2  | -  | -    | -  | -    | -  | -     | - | -   | 1      | 3.2  |
|          | c          | -             | -   | 1  | 3.2  | 1  | 3.2  | 1  | 3.2  | 1  | 3.2   | - | -   | 4      | 12.9 |
|          | d          | -             | -   | -  | -    | 2  | 6.5  | 1  | 3.2  | -  | -     | - | -   | 3      | 9.7  |
|          | e          | -             | -   | -  | -    | -  | -    | 2  | 6.5  | 7  | 22.6  | - | -   | 9      | 29   |
|          | Toplam     | 2             | 6.5 | 2  | 6.5  | 3  | 9.7  | 9  | 29   | 15 | 48.4  | - | -   | 31     | 12.4 |
| Genel    | a          | 12            | 4.8 | 4  | 1.6  | 6  | 2.4  | 24 | 9.6  | 33 | *13.2 | - | -   | 79     | 31.6 |
|          | b          | 6             | 2.4 | 12 | 4.8  | 3  | 1.2  | 3  | 1.2  | -  | -     | - | -   | 24     | 9.6  |
|          | c          | 4             | 1.6 | 8  | 3.2  | 12 | 4.8  | 10 | 4    | 5  | 2     | - | -   | 39     | 15.6 |
|          | d          | 1             | .4  | 2  | .8   | 17 | 6.8  | 16 | 6.4  | 3  | 1.2   | - | -   | 39     | 15.6 |
|          | e          | -             | -   | 5  | 2    | 4  | 1.6  | 15 | 6    | 39 | 15.6  | - | -   | 63     | 25.2 |
|          | g          | -             | -   | -  | -    | -  | -    | -  | -    | -  | -     | 6 | 2.4 | 6      | 2.4  |
|          | Toplam     | 23            | 9.2 | 31 | 12.4 | 42 | 16.8 | 68 | 27.2 | 80 | 32    | 6 | 2.4 | 250    | 100  |

\*Her iki aşamada doğru cevap

## Nükleer radyasyon ve terminoloji

### Madde 02

Bu maddede öğretmen adaylarının bilimsel tanım çerçevesinde “radyoaktif olma” kavramı ile ilgili anlayışları incelenmiştir. Bu maddeye en yüksek oranda (12 öğretmen adayı, %38.7) doğru cevap veren 4. sınıf öğretmeni adayları olurken en düşük oranda (24 öğretmen adayı, %27.3) doğru cevap veren 2. sınıf öğretmen adayları olmuştur (Tablo 19). Genelde ise doğru cevaplama oranının 80 öğretmen adayı ile %32 olduğu görülmektedir. Tercih edilen yanlış seçenekler arasında, maddenin birinci basamağı için en çok seçilmiş (84 öğretmen adayı, %33.6) çeldirici “c” seçeneği olurken ikinci basamak için ise “b” seçeneği (59 öğretmen adayı, %23.6) olmuştur. Bu madde için en sık seçilen hatalı seçenekler incelendiğinde, öğretmen adaylarının doğal radyoaktivite kavramı ile ilgili bilimsel gerçeklerle örtüşmeyen anlayışlara sahip oldukları anlaşılmaktadır.

Madde 02: Sizce aşağıda verilen ifadelerden hangisi bilimsel terminolojiye göre yanlıştır? (\*doğru cevap)

- Radyoaktif izotop
- Radyoaktif element
- Radyoaktif kayalar
- Radyoaktif serpinti
- Hiçbiri\*

Yukarıda verdiğim cevabın nedeni: Çünkü...

- radyasyonun etrafa serpilmesi mümkün değildir.
- kayalarda radyoaktiviteye rastlanmaz.

- c) bütün elementlerin izotopları kararlıdır.  
d) doğadaki elementler değil, yapay elementler radyoaktiftir.  
e) bütün ifadeler bilimsel ifadelerdir.\*  
Diğer (Yazınız).....

Tablo 19

*İkinci Maddeye Verilen Cevapların Dağılımı*

| Sınıf    | Seçenekler | Neden aşaması |      |      |      |    |      |      |      |      |       |     |     | Toplam |      |
|----------|------------|---------------|------|------|------|----|------|------|------|------|-------|-----|-----|--------|------|
|          |            | a             |      | b    |      | c  |      | d    |      | e    |       | g   |     | n      | %    |
| 1. Sınıf | a          | -             | -    | -    | -    | 6  | 7.6  | 2    | 2.5  | 1    | 1.3   | -   | -   | 9      | 11.4 |
|          | b          | 2             | 2.5  | 2    | 2.5  | 3  | 3.8  | 2    | 2.5  | -    | -     | -   | -   | 9      | 11.4 |
|          | c          | -             | -    | 19   | 24.1 | 2  | 2.5  | 4    | 5.1  | 1    | 1.3   | -   | -   | 26     | 32.9 |
|          | d          | 1             | 1.3  | -    | -    | -  | -    | 1    | 1.3  | 2    | 2.5   | -   | -   | 4      | 5.1  |
|          | e          | -             | -    | -    | -    | -  | -    | 1    | 1.3  | 29   | *36.7 | -   | -   | 30     | 38.0 |
|          | g          | -             | -    | -    | -    | -  | -    | -    | -    | -    | -     | 1   | 1.3 | 1      | 1.3  |
|          | Toplam     | 3             | 3.8  | 21   | 26.6 | 11 | 13.9 | 10   | 12.7 | 33   | 41.8  | 1   | 1.3 | 79     | 100  |
| 2. Sınıf | a          | -             | -    | 1    | 1.1  | 8  | 9.1  | -    | -    | 1    | 1.1   | -   | -   | 10     | 11.4 |
|          | b          | -             | -    | -    | -    | 2  | 2.3  | 6    | 6.8  | -    | -     | -   | -   | 8      | 9.1  |
|          | c          | -             | -    | 19   | 21.6 | 2  | 2.3  | 5    | 5.7  | 4    | 4.5   | -   | -   | 30     | 34.1 |
|          | d          | 7             | 8    | -    | -    | 1  | 1.1  | 4    | 4.5  | 1    | 1.1   | -   | -   | 13     | 14.8 |
|          | e          | 1             | 1.1  | -    | -    | -  | -    | 1    | 1.1  | 24   | *27.3 | -   | -   | 26     | 29.5 |
|          | g          | -             | -    | -    | -    | -  | -    | -    | -    | -    | -     | 1   | 1.1 | 1      | 1.1  |
|          | Toplam     | 8             | 9.1  | 20   | 22.7 | 13 | 14.8 | 16   | 18.2 | 30   | 34.1  | 1   | 1.1 | 88     | 100  |
| 3. Sınıf | a          | 1             | 1.9  | -    | -    | 4  | 7.7  | -    | -    | -    | -     | -   | -   | 5      | 9.6  |
|          | b          | -             | -    | -    | -    | 2  | 3.8  | 3    | 5.8  | 1    | 1.9   | -   | -   | 6      | 11.5 |
|          | c          | -             | -    | 11   | 21.2 | -  | -    | 5    | 9.6  | 1    | 1.9   | -   | -   | 17     | 32.7 |
|          | d          | 5             | 9.6  | -    | -    | -  | -    | -    | -    | 1    | 1.9   | -   | -   | 6      | 11.5 |
|          | e          | -             | -    | -    | -    | -  | -    | 2    | 3.8  | 15   | *28.8 | -   | -   | 17     | 32.7 |
|          | g          | -             | -    | -    | -    | -  | -    | -    | -    | -    | -     | 1   | 1.9 | 1      | 1.9  |
|          | Toplam     | 6             | 11.5 | 11   | 21.2 | 6  | 11.5 | 10   | 19.2 | 18   | 34.6  | 1   | 1.9 | 52     | 100  |
| 4. Sınıf | a          | -             | -    | -    | -    | 3  | 9.7  | -    | -    | -    | -     | -   | -   | 3      | 9.7  |
|          | b          | -             | -    | -    | -    | 1  | 3.2  | 1    | 3.2  | -    | -     | -   | -   | 2      | 6.5  |
|          | c          | -             | -    | 7    | 22.6 | 1  | 3.2  | 3    | 9.7  | -    | -     | -   | -   | 11     | 35.5 |
|          | d          | 2             | 6.5  | -    | -    | -  | -    | -    | -    | -    | -     | -   | -   | 2      | 6.5  |
|          | e          | -             | -    | -    | -    | -  | -    | 1    | 3.2  | 12   | *38.7 | -   | -   | 13     | 41.9 |
|          | Toplam     | 2             | 6.5  | 7    | 22.6 | 5  | 16.1 | 5    | 16.1 | 12   | 38.7  | -   | -   | 31     | 100  |
| Genel    | a          | 1             | .4   | 1    | .4   | 21 | 8.4  | 2    | .8   | 2    | .8    | -   | -   | 27     | 10.8 |
|          | b          | 2             | .8   | 2    | .8   | 8  | 3.2  | 12   | 4.8  | 1    | .4    | -   | -   | 25     | 10   |
|          | c          | -             | -    | 56   | 22.4 | 5  | 2    | 17   | 6.8  | 6    | 2.4   | -   | -   | 84     | 33.6 |
|          | d          | 15            | 6    | -    | -    | 1  | .4   | 5    | 2    | 4    | 1.6   | -   | -   | 25     | 10   |
|          | e          | 1             | .4   | -    | -    | -  | -    | 5    | 2    | 80   | *32   | -   | -   | 86     | 34.4 |
|          | g          | -             | -    | -    | -    | -  | -    | -    | -    | -    | -     | 3   | 1.2 | 3      | 1.2  |
| Toplam   | 19         | 7.6           | 59   | 23.6 | 35   | 14 | 41   | 16.4 | 93   | 37.2 | 3     | 1.2 | 250 | 100    |      |

\*Her iki aşamada doğru cevap

#### Madde 04

Bu maddede öğretmen adaylarının nükleer radyasyonun biyolojik etkilerinin bağlı olduğu öğeler hakkındaki fikirleri değerlendirilmiştir. En yüksek doğru cevap verme oranının (9 öğretmen adayı, %29) 4. sınıf öğretmen adaylarına ait olduğu görülürken en düşük oran ise (7 öğretmen adayı, %13.5) 3. sınıf öğretmen adaylarının ortalama puanı olduğu tespit edilmiştir (Tablo 20). Öğretmen adaylarının genelinde doğru cevaplama oranı %16.4 (41 öğretmen adayı) tür. Bu maddenin birinci basamağı için en sık (78 öğretmen adayı, %31.2) seçilen yanlış cevabın “c” seçeneği ikinci basamak için ise “b” seçeneği (60 öğretmen adayı, %24) olduğu belirlenmiştir. Verilen bu yanlış cevaplar öğretmen adaylarının nükleer radyasyon çeşitleri ve özellikleri hakkında ki anlayışlarının bilimsel gerçeklerle ters düştüğünü göstermektedir.

Madde 04: Sizce radyo dalgaları, alfa ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ) ve gama ( $\gamma$ ) radyasyonları karşılaştırıldığında, insan sağlığı bakımından, en zararlı olan iyonlaştırıcı radyasyon hangisidir? (\*doğru cevap)

- Alfa ( $\alpha$ ) radyasyonu
- Beta ( $\beta$ ) radyasyonu
- Gama ( $\gamma$ ) radyasyonu
- Radyo dalgaları
- Hiçbiri\*

Yukarıda verdiğim cevabın nedeni: Çünkü...

- en çok maruz kaldığımız radyasyon çeşididir.
- çok yüksek enerjili ve parçacık yapılı bir radyasyon çeşididir.
- maddeye nüfus edebilme özelliği diğerlerinden daha yüksektir.
- her çeşit radyasyon DNA ve hücre yapısına zarar verir.
- etkileşim müddeti, kaynağın mesafesi ve yeri gibi diğer etkenler de bilinmelidir.\*  
Diğer (Yazınız).....

Tablo 20

#### Dördüncü Maddeye Verilen Cevapların Dağılımı

| Sınıf    | Seçenekler | Neden aşaması |      |    |      |   |      |    |      |    |       |   |     | Toplam |      |
|----------|------------|---------------|------|----|------|---|------|----|------|----|-------|---|-----|--------|------|
|          |            | a             |      | b  |      | c |      | d  |      | e  |       | g |     | n      | %    |
| 1. Sınıf | a          | 6             | 7.6  | 5  | 6.3  | 2 | 2.5  | 3  | 3.8  | 1  | 1.3   | - | -   | 17     | 21.5 |
|          | b          | 1             | 1.3  | 2  | 2.5  | 1 | 1.3  | 1  | 1.3  | 2  | 2.5   | 1 | 1.3 | 8      | 10.1 |
|          | c          | 4             | 5.1  | 1  | 1.3  | 5 | 6.3  | 4  | 5.1  | 2  | 2.5   | 1 | 1.3 | 26     | 32.9 |
|          | d          | 3             | 3.8  | 1  | 1.3  | 1 | 1.3  | 6  | 7.6  | -  | -     | - | -   | 11     | 13.9 |
|          | e          | -             | -    | -  | -    | - | -    | 4  | 5.1  | 12 | *15.2 | - | -   | 16     | 20.3 |
|          | g          | -             | -    | -  | -    | - | -    | -  | -    | -  | -     | 1 | 1.3 | 1      | 1.3  |
| Toplam   |            | 14            | 17.7 | 18 | 22.8 | 9 | 11.4 | 18 | 22.8 | 17 | 21.5  | 3 | 3.8 | 79     | 100  |

Tablo 20'nin devamı

| Sınıf    | Seçenekler | Neden aşaması |      |    |      |    |      |    |      |    |       |   |     | Toplam |      |
|----------|------------|---------------|------|----|------|----|------|----|------|----|-------|---|-----|--------|------|
|          |            | a             |      | b  |      | c  |      | d  |      | e  |       | g |     | n      | %    |
| 2. Sınıf | a          | 8             | 9.1  | 6  | 6.8  | 1  | 1.1  | 2  | 2.3  | 1  | 1.1   | - | -   | 18     | 20.5 |
|          | b          | -             | -    | 4  | 4.5  | -  | -    | 2  | 2.3  | -  | -     | - | -   | 6      | 6.8  |
|          | c          | -             | -    | 14 | 15.9 | 6  | 6.8  | 5  | 5.7  | 3  | 3.4   | - | -   | 28     | 31.8 |
|          | d          | 5             | 5.7  | 1  | 1.1  | 2  | 2.3  | 8  | 9.1  | -  | -     | - | -   | 16     | 18.2 |
|          | e          | -             | -    | -  | -    | -  | -    | 5  | 5.7  | 13 | *14.8 | - | -   | 18     | 20.5 |
|          | g          | -             | -    | -  | -    | -  | -    | -  | -    | -  | -     | 2 | 2.3 | 2      | 2.3  |
|          | Toplam     | 13            | 14.8 | 25 | 28.4 | 9  | 10.2 | 22 | 25   | 17 | 19.3  | 2 | 2.3 | 88     | 100  |
| 3. Sınıf | a          | 5             | 9.6  | 3  | 5.8  | -  | -    | 2  | 3.8  | -  | -     | - | -   | 1      | 19.2 |
|          | b          | -             | -    | 3  | 5.8  | -  | -    | -  | -    | -  | -     | - | -   | 3      | 5.8  |
|          | c          | 1             | 1.9  | 4  | 7.7  | 6  | 11.5 | 1  | 1.9  | 3  | 5.8   | - | -   | 15     | 28.8 |
|          | d          | 7             | 13.5 | -  | -    | -  | -    | 3  | 5.8  | 1  | 1.9   | - | -   | 11     | 21.2 |
|          | e          | -             | -    | -  | -    | 1  | 1.9  | 4  | 7.7  | 7  | *13.5 | - | -   | 12     | 23.1 |
|          | g          | -             | -    | -  | -    | -  | -    | -  | -    | -  | -     | 1 | 1.9 | 1      | 1.9  |
|          | Toplam     | 13            | 25   | 10 | 19.2 | 7  | 13.5 | 10 | 19.2 | 11 | 21.2  | 1 | 1.9 | 52     | 100  |
| 4. Sınıf | a          | 1             | 3.2  | 3  | 9.7  | 2  | 6.5  | -  | -    | -  | -     | - | -   | 6      | 19.4 |
|          | b          | -             | -    | 1  | 3.2  | -  | -    | -  | -    | -  | -     | - | -   | 1      | 3.2  |
|          | c          | 1             | 3.2  | 3  | 9.7  | 4  | 12.9 | 1  | 3.2  | -  | -     | - | -   | 9      | 29   |
|          | d          | -             | -    | -  | -    | -  | -    | 4  | 12.9 | 1  | 3.2   | - | -   | 5      | 16.1 |
|          | e          | -             | -    | -  | -    | -  | -    | 1  | 3.2  | 9  | *29   | - | -   | 10     | 32.3 |
|          | Toplam     | 2             | 6.5  | 7  | 22.6 | 6  | 19.4 | 6  | 19.4 | 10 | 32.3  | - | -   | 31     | 100  |
| Genel    | a          | 20            | 8    | 17 | 6.8  | 5  | 2.0  | 7  | 2.8  | 2  | .8    | - | -   | 51     | 20.4 |
|          | b          | 1             | .4   | 10 | 4.0  | 1  | .4   | 3  | 1.2  | 2  | .8    | 1 | .4  | 18     | 7.2  |
|          | c          | 6             | 2.4  | 31 | 12.4 | 21 | 8.4  | 11 | 4.4  | 8  | 3.2   | 1 | .4  | 78     | 31.2 |
|          | d          | 15            | 6    | 2  | .8   | 3  | 1.2  | 21 | 8.4  | 2  | .8    | - | -   | 43     | 17.2 |
|          | e          | -             | -    | -  | -    | 1  | .4   | 14 | 5.6  | 41 | *16.4 | - | -   | 56     | 22.4 |
|          | g          | -             | -    | -  | -    | -  | -    | -  | -    | -  | -     | 4 | 1.6 | 4      | 1.6  |
|          | Toplam     | 42            | 16.8 | 60 | 24   | 31 | 12.4 | 56 | 22.4 | 55 | 22    | 6 | 2.4 | 250    | 100  |

\*Her iki aşamada doğru cevap

**Madde 05**

Madde 05'te öğretmen adaylarının nükleer radyasyonun yapısal özellikleri hakkında sahip oldukları inanışlar incelenmiştir. Bu maddeye en yüksek oranda (10 öğretmen adayı, %32.3) doğru cevap veren grup 4. sınıf öğretmen adayları olmuştur (Tablo 21). En düşük doğru cevap oranı (13 öğretmen adayı, %14.8) ise 2. sınıf öğretmen adaylarının grubundan gelmiştir. Tablo 21'de öğretmen adaylarının genel olarak %18'inin (45 öğretmen adayı) bu maddeye doğru cevap verdiği belirtilmiştir. 6. maddenin birinci basamağı için verilen yanlış cevapların %25.2'si (63 öğretmen adayı) "d" seçeneğinde toplanmıştır. Diğer yandan aynı sorunun ikinci basamağı için verilen yanlış cevapların %24.4'ü (61 öğretmen adayı) "d" seçeneğinde toplanmıştır. Yüksek oranlarda verilen yanlış cevaplar

incelendiğinde öğretmen adaylarının nükleer radyasyonun yapısal özellikleri ilgili bilimsel olmayan yanlış inanış ve anlayışlara sahip oldukları görülmüştür.

Madde 05: Bir sığınak için, aşağıdaki malzemelerden 5 özdeş koruyucu zırh üretilmiştir. Hangi malzemeden yapılmış olan zırh, nükleer radyasyona karşı daha etkili olur?

- Beton
- Uranyum\*
- Çelik
- Kurşun
- Alüminyum

Yukarıda verdiğim cevabın nedeni: Çünkü...

- diğerlerinden daha ağırdır.
  - atom numarası diğerlerinden büyük olduğundan daha yoğundur.\*
  - parlak yüzeyiyle radyasyonu yansıtabilir.
  - diğerlerinden daha sağlam bir malzemedir.
  - ısıya ve kırılmalara karşı diğerlerinden daha dayanıklıdır.
- Diğer (Yazınız).....

Tablo 21

*Beşinci Maddeye Verilen Cevapların Dağılımı*

| Sınıf    | Seçenekler | Neden aşaması |     |      |       |      |     |      |      |      |     |      |     | Toplam |      |
|----------|------------|---------------|-----|------|-------|------|-----|------|------|------|-----|------|-----|--------|------|
|          |            | a             |     | b    |       | c    |     | d    |      | e    |     | g    |     | n      | %    |
| 1. Sınıf | a          | 3             | 3.8 | -    | -     | 3    | 3.8 | 1    | 1.3  | 2    | 2.5 | 1    | 1.3 | 10     | 12.7 |
|          | b          | 3             | 3.8 | 13   | *16.5 | 4    | 5.1 | 5    | 6.3  | 3    | 3.8 | -    | -   | 28     | 35.4 |
|          | c          | -             | -   | 1    | 1.3   | 5    | 6.3 | 5    | 6.3  | 2    | 2.5 | -    | -   | 13     | 16.5 |
|          | d          | -             | -   | 2    | 2.5   | 3    | 3.8 | 9    | 11.4 | 6    | 7.6 | 1    | 1.3 | 21     | 26.6 |
|          | e          | 1             | 1.3 | -    | -     | 2    | 2.5 | -    | -    | 3    | 3.8 | -    | -   | 6      | 7.6  |
|          | g          | -             | -   | -    | -     | -    | -   | -    | -    | -    | -   | 1    | 1.3 | 1      | 1.3  |
|          | Toplam     |               | 7   | 8.9  | 16    | 20.3 | 17  | 21.5 | 20   | 25.3 | 16  | 20.3 | 3   | 3.8    | 79   |
| 2. Sınıf | a          | 5             | 5.7 | 3    | 3.4   | -    | -   | -    | -    | 5    | 5.7 | -    | -   | 13     | 14.8 |
|          | b          | 1             | 1.1 | 13   | *14.8 | -    | -   | 6    | 6.8  | 1    | 1.1 | -    | -   | 21     | 23.9 |
|          | c          | -             | -   | -    | -     | 4    | 4.5 | 11   | 12.5 | 5    | 5.7 | 1    | 1.1 | 21     | 23.9 |
|          | d          | 1             | 1.1 | 2    | 2.3   | 1    | 1.1 | 6    | 6.8  | 5    | 5.7 | -    | -   | 15     | 17   |
|          | e          | 2             | 2.3 | 1    | 1.1   | 7    | 8   | 2    | 2.3  | 5    | 5.7 | -    | -   | 17     | 19.3 |
|          | g          | -             | -   | -    | -     | -    | -   | -    | -    | -    | -   | 1    | 1.1 | 1      | 1.1  |
|          | Toplam     |               | 9   | 10.2 | 19    | 21.6 | 12  | 13.6 | 25   | 28.4 | 21  | 23.9 | 2   | 2.3    | 88   |
| 3. Sınıf | a          | 2             | 3.8 | 1    | 1.9   | -    | -   | -    | -    | 1    | 1.9 | -    | -   | 4      | 7.7  |
|          | b          | 2             | 3.8 | 9    | *17.3 | 1    | 1.9 | 3    | 5.8  | 4    | 7.7 | 1    | 1.9 | 20     | 38.5 |
|          | c          | 1             | 1.9 | 1    | 1.9   | 4    | 7.7 | -    | -    | 3    | 5.8 | -    | -   | 9      | 17.3 |
|          | d          | -             | -   | 3    | 5.8   | -    | -   | 8    | 15.4 | 5    | 9.6 | -    | -   | 16     | 30.8 |
|          | e          | -             | -   | 1    | 1.9   | 2    | 3.8 | -    | -    | -    | -   | -    | -   | 3      | 5.8  |
|          | Toplam     |               | 5   | 9.6  | 15    | 28.8 | 7   | 13.5 | 11   | 21.2 | 13  | 25   | 1   | 1.9    | 52   |

Tablo 21'in devamı

| Sınıf    | Seçenekler | Neden aşaması |     |      |       |      |      |      |      |      |      |     |     | Toplam |      |
|----------|------------|---------------|-----|------|-------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|--------|------|
|          |            | a             |     | b    |       | c    |      | d    |      | e    |      | g   |     | n      | %    |
| 4. Sınıf | a          | -             | -   | -    | -     | -    | -    | 1    | 3.2  | 1    | 3.2  | -   | -   | 2      | 6.5  |
|          | b          | -             | -   | 10   | *32.3 | 2    | 6.5  | 2    | 6.5  | 2    | 6.5  | -   | -   | 16     | 51.6 |
|          | c          | -             | -   | -    | -     | 2    | 6.5  | -    | -    | -    | -    | -   | -   | 2      | 6.5  |
|          | d          | -             | -   | 2    | 6.5   | 3    | 9.7  | 2    | 6.5  | 4    | 12.9 | -   | -   | 11     | 35.5 |
|          | Toplam     | -             | -   | 12   | 38.7  | 7    | 22.6 | 5    | 16.1 | 7    | 22.6 | -   | -   | 31     | 100  |
| Genel    | a          | 1-            | 4.- | 4    | 1.6   | 3    | 1.2  | 2    | .8   | 9    | 3.6  | 1   | .4  | 29     | 11.6 |
|          | b          | 6             | 2.4 | 45   | *18   | 7    | 2.8  | 16   | 6.4  | 10   | 4    | 1   | .4  | 85     | 34   |
|          | c          | 1             | .4  | 2    | .8    | 15   | 6.-  | 16   | 6.4  | 10   | 4    | 1   | .4  | 45     | 18   |
|          | d          | 1             | .4  | 9    | 3.6   | 7    | 2.8  | 25   | 10   | 20   | 8    | 1   | .4  | 63     | 25.2 |
|          | e          | 3             | 1.2 | 2    | .8    | 11   | 4.4  | 2    | .8   | 8    | 3.2  | -   | -   | 26     | 10.4 |
|          | g          | -             | -   | -    | -     | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -   | 2   | .8     | 2    |
| Toplam   | 21         | 8.4           | 62  | 24.8 | 43    | 17.2 | 61   | 24.4 | 57   | 22.8 | 6    | 2.4 | 250 | 100    |      |

\*Her iki aşamada doğru cevap

### Madde 10

Madde 10'da (Tablo 22) öğretmen adaylarının radyoaktif maddelerin yarı ömür özelliği ile ilgili anlayışları incelenmektedir. Tablo 22'de 4. sınıf öğretmen adaylarından 9'u (%29) hem içerik hem de neden basamaklarında doğru cevap vermiştir. Bu aynı zamanda 4. sınıf öğretmen adaylarının 7. madde için diğer sınıflara göre en yüksek doğru cevaplama oranına sahip olduğunu göstermektedir. Tabloda en düşük oranda (10 öğretmen adayı, %11.4) doğru cevap veren grubun ise 2. sınıf öğretmen adayları olduğu belirtilmiştir. Öğretmen adaylarının genelinde birinci aşamayı 57 öğretmen adayı (%22.8) doğru cevaplarken, ikinci aşamayı 70 öğretmen adayı (%28), her ikisini ise 37 öğretmen adayı (%14.8) doğru cevaplamıştır. En sık yapılan hata ise bu maddenin ilk aşamasında "c" seçeneğinin (62 öğretmen adayı, %24.8), ikinci aşamasında ise "d" seçeneğinin (49 öğretmen adayı, %19.6) tercih edilmiş olması olarak karşımıza çıkmaktadır. Sözü geçen çeldiriciler öğretmen adaylarının radyoaktif elementlerin diğer bilim dallarında kullanılması ile ilgili hatalı yorumlarda bulduklarını göstermektedir.

Madde 10: Aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır? (\*doğru cevap)

- Arkeolojide radyoizotoplardan faydalanılarak tarihi eserlerin yaş hesapları yapılabilmektedir.
- Radyoizotoplarla işaretleme yapılarak birçok sistemin işleyişi gözlenebilmektedir.
- İyonlaştırıcı radyasyonun görüntülenebilme özelliği birçok alanda başarılı bir şekilde kullanılmaktadır.
- Nükleer testler doğal (arka plan) radyasyon dozunun yükselmesine sebep olmuştur.
- Milyonlarca yıl öncesinde dünyamızdaki doğal radyasyon dozu bugünkünden daha düşüktü.\*

Yukarıda verdiğim cevabın nedeni: Çünkü...

- a) tarih öncesinde dünyada daha fazla radyoizotop vardı.\*  
b) nükleer testler yapıldıkları yerlerde etkisini sürdürmektedir.  
c) zararlı olduklarından tıp alanı dışında kullanılmaz.  
d) yaş hesapları moleküllerin yıpranmasına bakılarak yapılır.  
e) işaretlemelerde radyoizotoplar kullanılmaz.  
Diğer (Yazınız).....

Tablo 22

*Onuncu Maddeye Verilen Cevapların Dağılımı*

| Sınıf    | Seçenekler | Neden aşaması |       |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      | Toplam |      |
|----------|------------|---------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|--------|------|
|          |            | a             |       | b    |      | c    |      | d    |      | e    |     | g    |      | n      | %    |
| 1. Sınıf | a          | 3             | 3.8   | 1    | 1.3  | 1    | 1.3  | 5    | 6.3  | -    | -   | -    | -    | 10     | 12.7 |
|          | b          | 3             | 3.8   | 3    | 3.8  | 3    | 3.8  | -    | -    | 3    | 3.8 | -    | -    | 12     | 15.2 |
|          | c          | 4             | 5.1   | 2    | 2.5  | 6    | 7.6  | 3    | 3.8  | 3    | 3.8 | -    | -    | 18     | 22.8 |
|          | d          | 2             | 2.5   | 9    | 11.4 | -    | -    | 6    | 7.6  | -    | -   | -    | -    | 17     | 21.5 |
|          | e          | 10            | *12.7 | 2    | 2.5  | 4    | 5.1  | 3    | 3.8  | 1    | 1.3 | -    | -    | 20     | 25.3 |
|          | g          | -             | -     | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -   | 2    | 2.5  | 2      | 2.5  |
|          | Toplam     |               | 22    | 27.8 | 17   | 21.5 | 14   | 17.7 | 17   | 21.5 | 7   | 8.9  | 2    | 2.5    | 79   |
| 2. Sınıf | a          | 2             | 2.3   | 2    | 2.3  | 3    | 3.4  | 5    | 5.7  | 1    | 1.1 | -    | -    | 13     | 14.8 |
|          | b          | 3             | 3.4   | 6    | 6.8  | 3    | 3.4  | 1    | 1.1  | 3    | 3.4 | -    | -    | 16     | 18.2 |
|          | c          | 2             | 2.3   | 4    | 4.5  | 11   | 12.5 | 5    | 5.7  | 3    | 3.4 | -    | -    | 25     | 28.4 |
|          | d          | 2             | 2.3   | 6    | 6.8  | 2    | 2.3  | 4    | 4.5  | 4    | 4.5 | -    | -    | 18     | 20.5 |
|          | e          | 10            | *11.4 | -    | -    | -    | -    | 2    | 2.3  | 1    | 1.1 | 1    | 1.1  | 14     | 15.9 |
|          | g          | -             | -     | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -   | 2    | 2.3  | 2      | 2.3  |
|          | Toplam     |               | 19    | 21.6 | 18   | 21.5 | 19   | 21.6 | 17   | 19.3 | 12  | 13.6 | 3    | 3.4    | 88   |
| 3. Sınıf | a          | 2             | 3.8   | 1    | 1.9  | 2    | 3.8  | 2    | 3.8  | 1    | 1.9 | -    | -    | 8      | 15.4 |
|          | b          | -             | -     | 2    | 3.8  | 1    | 1.9  | -    | -    | 3    | 5.8 | -    | -    | 6      | 11.5 |
|          | c          | 2             | 3.8   | -    | -    | 5    | 9.6  | 3    | 5.8  | 3    | 5.8 | -    | -    | 13     | 25   |
|          | d          | 1             | 1.9   | 2    | 3.8  | 3    | 5.8  | 4    | 7.7  | 2    | 3.8 | -    | -    | 12     | 23.1 |
|          | e          | 8             | *15.4 | 1    | 1.9  | 1    | 1.9  | 1    | 1.9  | 1    | 1.9 | -    | -    | 12     | 23.1 |
|          | g          | -             | -     | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -   | 1    | 1.9  | 1      | 1.9  |
|          | Toplam     |               | 13    | 25   | 6    | 11.5 | 12   | 23.1 | 10   | 19.2 | 10  | 19.2 | 1    | 1.9    | 52   |
| 4. Sınıf | a          | 3             | 9.7   | -    | -    | -    | -    | 4    | 12.9 | 1    | 3.2 | -    | -    | 8      | 25.8 |
|          | b          | -             | -     | 1    | 3.2  | 1    | 3.2  | -    | -    | -    | -   | -    | -    | 2      | 6.5  |
|          | c          | 3             | 9.7   | 1    | 3.2  | -    | -    | -    | -    | 2    | 6.5 | -    | -    | 6      | 19.4 |
|          | d          | 1             | 3.2   | 2    | 6.5  | -    | -    | 1    | 3.2  | -    | -   | -    | -    | 4      | 12.9 |
|          | e          | 9             | *29   | 1    | 3.2  | -    | -    | -    | -    | 1    | 3.2 | -    | -    | 11     | 35.5 |
|          | g          | -             | -     | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -   | 5    | 15.4 | 5      | 15.4 |
|          | Toplam     |               | 16    | 51.6 | 5    | 16.1 | 1    | 3.2  | 5    | 16.1 | 4   | 12.9 | -    | -      | 31   |
| Genel    | a          | 10            | 4     | 4    | 1.6  | 6    | 2.4  | 16   | 6.4  | 3    | 1.2 | -    | -    | 39     | 15.6 |
|          | b          | 6             | 2.4   | 12   | 4.8  | 8    | 3.2  | 1    | .4   | 9    | 3.6 | -    | -    | 36     | 14.4 |
|          | c          | 11            | 4.4   | 7    | 2.8  | 22   | 8.8  | 11   | 4.4  | 11   | 4.4 | -    | -    | 62     | 24.8 |
|          | d          | 6             | 2.4   | 19   | 7.6  | 5    | 2    | 15   | 6    | 6    | 2.4 | -    | -    | 51     | 20.4 |
|          | e          | 37            | *14.8 | 4    | 1.6  | 5    | 2    | 6    | 2.4  | 4    | 1.6 | 1    | .4   | 57     | 22.8 |
|          | g          | -             | -     | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -   | 5    | 2    | 5      | 2    |
|          | Toplam     |               | 70    | 28   | 46   | 18.4 | 46   | 18.4 | 49   | 19.6 | 33  | 13.2 | 6    | 2.4    | 250  |

\*Her iki aşamada doğru cevap

## ***Madde 11***

Madde 11 (Tablo 23) öğretmen adaylarının radyoaktif maddelerin yarı-ömür özellikleri ile ilgili anlayışlarını değerlendirmektedir. Tablo 23'e bakıldığında 4. sınıf öğretmen adaylarından 9'u (%29) hem içerik hem de neden basamaklarında doğru cevap vermiştir. Tabloda ayrıca 4. sınıf öğretmen adaylarının 8. madde için diğer sınıflara göre en yüksek doğru cevaplama oranına sahip olduğunu göze çarpmaktadır. En düşük oranda (2 öğretmen adayı, %2.5) doğru cevap veren grubun ise 1. sınıf öğretmen adaylarını olduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının genelinde birinci basamağı 56 öğretmen adayı (%22.4) doğru cevaplarken, ikinci basamağı 51 öğretmen adayı (%20.4), her ikisini ise 22 öğretmen adayı (%8.8) doğru cevaplamıştır. En sık yapılan hata ise bu maddenin ilk basamağında "b" seçeneğinin (69 öğretmen adayı, %27.6), ikinci basamağında ise "c" seçeneğinin (66 öğretmen adayı, %26.4) tercih edilmiş olması olarak karşımıza çıkmaktadır. Sözü geçen çeldiriciler öğretmen adaylarının yarı-ömür kavramını kimyasal reaksiyonlarla ilişkilendirerek hatalı yorumlara ulaştıklarını göstermektedir.

Madde11: Aynı anda üretilen özdeş iki radyoaktif metalden biri üretildikten hemen sonra toz haline getirilmiştir. Bu durum için aşağıdakilerden hangisi doğrudur? (\*doğru cevap)

- Toz halindeki daha çok ışınım yapar.
- Toz halindeki radyoaktivitesi artmıştır
- Toz halindeki daha çabuk tükenir.
- Toz halindeki daha güçlü ışınlar yayar.
- Her iki radyoaktif metalinde yarılanma ömürleri aynıdır.\*

Yukarıda verdiğim cevabın nedeni: Çünkü...

- yarılanma ömrü kısalmıştır.
  - yüzey alanındaki artış radyoaktiviteyi artırır.
  - küçük parçacıklardan daha çok enerji elde edilir.
  - yarılanma ömrü radyoizotopun türüne göre değişir.\*
  - kimyasal özellikleri değişmiştir.
- Diğer (Yazınız).....



Tablo 23

*On Birinci Maddeye Verilen Cevapların Dağılımı*

| Sınıf    | Seçenekler | Neden aşaması |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     | Toplam |      |
|----------|------------|---------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|--------|------|
|          |            | a             |     | b    |      | c    |      | d    |      | e    |      | g    |     | n      | %    |
| 1. Sınıf | a          | 2             | 2.5 | 8    | 1-1  | 6    | 7.6  | 3    | 3.8  | 1    | 1.3  | -    | -   | 20     | 25.3 |
|          | b          | 1             | 1.3 | 11   | 13.9 | 4    | 5.1  | 4    | 5.1  | 2    | 2.5  | -    | -   | 22     | 27.8 |
|          | c          | 6             | 7.6 | -    | -    | 3    | 3.8  | 1    | 1.3  | -    | -    | -    | -   | 1-     | 12.7 |
|          | d          | 1             | 1.3 | 2    | 2.5  | 8    | 10.1 | -    | -    | 1    | 1.3  | -    | -   | 12     | 15.2 |
|          | e          | 1             | 1.3 | 2    | 2.5  | 2    | 2.5  | 2    | *2.5 | 5    | 6.3  | 1    | 1.3 | 13     | 16.5 |
|          | g          | -             | -   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 2    | 2.5 | 2      | 2.5  |
|          | Toplam     |               | 11  | 13.9 | 23   | 29.1 | 23   | 29.1 | 10   | 12.7 | 9    | 11.4 | 3   | 3.8    | 79   |
| 2. Sınıf | a          | 4             | 4.5 | 3    | 3.4  | 3    | 3.4  | 2    | 2.3  | -    | -    | -    | -   | 12     | 13.6 |
|          | b          | 2             | 2.3 | 11   | 12.5 | 5    | 5.7  | 4    | 4.5  | 2    | 2.3  | -    | -   | 24     | 27.3 |
|          | c          | 2             | 2.3 | 4    | 4.5  | 8    | 9.1  | 2    | 2.3  | 3    | 3.4  | -    | -   | 19     | 21.6 |
|          | d          | 2             | 2.3 | 2    | 2.3  | 5    | 5.7  | 4    | 4.5  | 2    | 2.3  | -    | -   | 15     | 17   |
|          | e          | 4             | 4.5 | -    | -    | 3    | 3.4  | 6    | *6.8 | 2    | 2.3  | 1    | 1.1 | 16     | 18.2 |
|          | g          | -             | -   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 2    | 2.3 | 2      | 2.3  |
|          | Toplam     |               | 14  | 15.9 | 20   | 22.7 | 24   | 27.3 | 18   | 20.5 | 9    | 10.2 | 3   | 3.4    | 88   |
| 3. Sınıf | a          | 2             | 3.8 | 2    | 3.8  | 1    | 1.9  | 1    | 1.9  | -    | -    | -    | -   | 6      | 11.5 |
|          | b          | -             | -   | 9    | 17.3 | 4    | 7.7  | 1    | 1.9  | 1    | 1.9  | -    | -   | 15     | 28.8 |
|          | c          | 1             | 1.9 | 1    | 1.9  | 5    | 9.6  | 3    | 5.8  | -    | -    | -    | -   | 10     | 19.2 |
|          | d          | 1             | 1.9 | 1    | 1.9  | 3    | 5.8  | 2    | 3.8  | -    | -    | -    | -   | 7      | 13.5 |
|          | e          | -             | -   | -    | -    | -    | -    | 5    | *9.6 | 8    | 15.4 | -    | -   | 13     | 25   |
|          | g          | -             | -   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 1    | 1.9 | 1      | 1.9  |
|          | Toplam     |               | 4   | 7.7  | 13   | 25   | 13   | 25   | 12   | 23.1 | 9    | 17.3 | 1   | 1.9    | 52   |
| 4. Sınıf | a          | -             | -   | 1    | 3.2  | 1    | 3.2  | -    | -    | -    | -    | -    | -   | 2      | 6.5  |
|          | b          | 1             | 3.2 | 6    | 19.4 | 1    | 3.2  | -    | -    | -    | -    | -    | -   | 8      | 25.8 |
|          | c          | 2             | 6.5 | -    | -    | 2    | 6.5  | 1    | 3.2  | -    | -    | -    | -   | 5      | 16.1 |
|          | d          | -             | -   | -    | -    | 1    | 3.2  | 1    | 3.2  | -    | -    | -    | -   | 2      | 6.5  |
|          | e          | 1             | 3.2 | -    | -    | 1    | 3.2  | 9    | *29  | 1    | 3.2  | 2    | 6.5 | 14     | 45.2 |
|          | Toplam     |               | 4   | 12.9 | 7    | 22.6 | 6    | 19.4 | 11   | 35.5 | 1    | 3.2  | 2   | 6.5    | 31   |
| Genel    | a          | 8             | 3.2 | 14   | 5.6  | 11   | 4.4  | 6    | 2.4  | 1    | .4   | -    | -   | 40     | 16   |
|          | b          | 4             | 1.6 | 37   | 14.8 | 14   | 5.6  | 9    | 3.6  | 5    | 2    | -    | -   | 69     | 27.6 |
|          | c          | 11            | 4.4 | 5    | 2    | 18   | 7.2  | 7    | 2.8  | 3    | 1.2  | -    | -   | 44     | 17.6 |
|          | d          | 4             | 1.6 | 5    | 2    | 17   | 6.8  | 7    | 2.8  | 3    | 1.2  | -    | -   | 36     | 14.4 |
|          | e          | 6             | 2.4 | 2    | .8   | 6    | 2.4  | 22   | *8.8 | 16   | 6.4  | 4    | 1.6 | 56     | 22.4 |
|          | g          | -             | -   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 5    | 2   | 5      | 2    |
|          | Toplam     |               | 33  | 13.2 | 63   | 25.2 | 66   | 26.4 | 51   | 20.4 | 28   | 11.2 | 9   | 3.6    | 250  |

\*Her iki aşamada doğru cevap

**Doğal radyasyon****Madde 01**

Madde 01’de (Tablo 24) öğretmen adaylarının doğal iyonlaştırıcı radyasyon kaynakları ile ilgili anlayışlarının ortaya çıkarılması hedeflenmiştir. Tablo 24’e bakıldığında 4. sınıf öğretmen adaylarının diğer sınıflara göre en yüksek doğru cevaplama oranına (23 öğretmen adayı, %74.2) sahip olduğu göze çarpmaktadır. Tabloda ayrıca en düşük oranda (37 öğretmen adayı, %42) doğru cevap veren

grubun ise 2. sınıf öğretmen adayları olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının genelinde 9. maddenin birinci basamağında 140 öğretmen adayı (%56), ikinci basamağında 134 öğretmen adayı (%53.6), her ikisinde ise 133 öğretmen adayı (%53.2) doğru cevaplamıştır. Bu maddede en sık yapılan hata ise ilk basamağında “e” seçeneğinin (87 öğretmen adayı, %34.8), ikinci basamağında ise “b” seçeneğinin (81 öğretmen adayı, %32.4) tercih edilmiş olması olarak karşımıza çıkmaktadır. Buna ek olarak sıkça tercih edilen bu yanlış seçenekler sınıf öğretmen adaylarının doğal ve yapay radyasyon kavramları yönünden bilinen gerçeklere ters hatalı inanışlara sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Madde 01: Aşağıdakilerden hangisi doğal radyasyon kaynaklarından biri değildir? (\*doğru cevap)

- Hastanelerdeki röntgen cihazları\*
- Kozmik ışınlar
- Yerkabuğundaki radyoaktif elementler
- Soluduğumuz havadaki radyoaktif gazlar
- Yiyecekler

Yukarıda verdiğim cevabın nedeni: Çünkü...

- soluduğumuz havada radyoaktif gazlar olsaydı herkes hastalanırdı.
  - yiyeceklerde radyasyona rastlanmaz.
  - doğal elementler zararlı ışın yaymazlar.
  - röntgen cihazları insan yapımıdır.\*
  - kozmetik ışınlar atmosferden geçip yeryüzüne ulaşamazlar.
- Diğer (Yazınız).....

Tablo 24

*Birinci Maddeye Verilen Cevapların Dağılımı*

| Sınıf    | Seçenekler | Neden aşaması |     |    |      |    |      |    |       |   |     |        |      |
|----------|------------|---------------|-----|----|------|----|------|----|-------|---|-----|--------|------|
|          |            | a             |     | b  |      | c  |      | d  |       | e |     | Toplam |      |
|          |            | n             | %   | n  | %    | n  | %    | n  | %     | n | %   | n      | %    |
| 1. Sınıf | a          | -             | -   | 1  | 1.3  | -  | -    | 42 | *53.2 | - | -   | 43     | 54.4 |
|          | b          | -             | -   | -  | -    | -  | -    | -  | -     | 3 | 3.8 | 3      | 3.8  |
|          | c          | 2             | 2.5 | -  | -    | 1  | 1.3  | -  | -     | - | -   | 3      | 3.8  |
|          | d          | 2             | 2.5 | -  | -    | -  | -    | -  | -     | - | -   | 2      | 2.5  |
|          | e          | -             | -   | 25 | 31.6 | 2  | 2.5  | 1  | 1.3   | - | -   | 28     | 35.4 |
|          | Toplam     | 4             | 5.1 | 26 | 32.9 | 3  | 3.8  | 43 | 54.4  | 3 | 3.8 | 79     | 100  |
| 2. Sınıf | a          | 2             | 2.3 | -  | -    | 3  | 3.4  | 37 | *42   | - | -   | 42     | 47.7 |
|          | b          | 1             | 1.1 | -  | -    | 2  | 2.3  | -  | -     | 1 | 1.1 | 4      | 4.5  |
|          | c          | 1             | 1.1 | -  | -    | 4  | 4.5  | -  | -     | - | -   | 5      | 5.7  |
|          | d          | 2             | 2.3 | -  | -    | 1  | 1.1  | -  | -     | - | -   | 3      | 3.4  |
|          | e          | 1             | 1.1 | 31 | 35.2 | 2  | 2.3  | -  | -     | - | -   | 34     | 38.6 |
|          | Toplam     | 7             | 8   | 31 | 35.2 | 12 | 13.6 | 37 | 42    | 1 | 1.1 | 88     | 100  |
| 3. Sınıf | a          | -             | -   | -  | -    | -  | -    | 31 | *59.6 | - | -   | 31     | 59.6 |
|          | c          | -             | -   | -  | -    | 2  | 3.8  | -  | -     | - | -   | 2      | 3.8  |
|          | e          | -             | -   | 18 | 34.6 | 1  | 1.9  | -  | -     | - | -   | 19     | 36.5 |
|          | Toplam     | -             | -   | 18 | 34.6 | 3  | 5.8  | 31 | 59.6  | - | -   | 52     | 100  |

Tablo 24'dün devamı

|          |            | Neden aşaması |     |    |      |    |     |     |       |   |     | Toplam |      |
|----------|------------|---------------|-----|----|------|----|-----|-----|-------|---|-----|--------|------|
| Sınıf    | Seçenekler | a             |     | b  |      | c  |     | d   |       | e |     | n      | %    |
| 4. Sınıf | a          | 1             | 3.2 | -  | -    | -  | -   | 23  | *74.2 | - | -   | 24     | 77.4 |
|          | b          | -             | -   | -  | -    | -  | -   | -   | -     | 1 | 3.2 | 1      | 3.2  |
|          | e          | -             | -   | 6  | 19.4 | -  | -   | -   | -     | - | -   | 6      | 19.4 |
|          | Toplam     | 1             | 3.2 | 6  | 19.4 | -  | -   | 23  | 74.2  | 1 | 3.2 | 31     | 100  |
| Genel    | a          | 3             | 1.2 | 1  | .4   | 3  | 1.2 | 133 | *53.2 | - | -   | 140    | 56   |
|          | b          | 1             | .4  | -  | -    | 2  | .8  | -   | -     | 5 | 2   | 8      | 3.2  |
|          | c          | 3             | 1.2 | -  | -    | 7  | 2.8 | -   | -     | - | -   | 10     | 4    |
|          | d          | 4             | 1.6 | -  | -    | 1  | .4  | -   | -     | - | -   | 5      | 2    |
|          | e          | 1             | .4  | 80 | 32   | 5  | 2   | 1   | .4    | - | -   | 87     | 34.8 |
|          | Toplam     | 12            | 4.8 | 81 | 32.4 | 18 | 7.2 | 134 | 53.6  | 5 | 2   | 250    | 100  |

\*Her iki aşamada doğru cevap

### Madde 03

Madde 03 (Tablo 25) öğretmen adaylarının iyonlaştırıcı radyasyonun biyolojik etkileri ile ilgili anlayışlarını değerlendirmektedir. Tablo 25'te 4. sınıf öğretmen adaylarından 14'ünün (%45.2) hem içerik hem de neden basamaklarında doğru cevap vermiş oldukları görülmektedir. Bu aynı zamanda 4. sınıf öğretmen adaylarının 10. madde için en yüksek doğru cevaplama oranına sahip grup olduğunu göstermektedir. Diğer yandan 2. sınıf öğretmen adaylarının en düşük oranda (9 öğretmen adayı, %10.2) doğru cevap veren grup olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının genelinde birinci basamağı 59 öğretmen adayı (%23.6) doğru cevaplarken, ikinci basamağı 60 öğretmen adayı (%24), her ikisini ise 52 öğretmen adayı (%20.8) doğru cevaplamıştır. En sık yapılan hata ise birinci (121 öğretmen adayı, %48.4) ve ikinci (113 öğretmen adayı, %45.2) aşamada c seçeneğinin tercih edilmesi olarak karşımıza çıkmıştır. Sözü geçen çeldiriciler öğretmen adaylarının iyonlaştırıcı radyasyonun biyolojik etkilerinin bağlı olduğu faktörler ile ilgili bilimsel gerçeklerle çelişen fikirlere sahip olduğunu göstermektedir.

Madde 03: Nükleer radyasyonun insan kromozomlarına verdiği hasar aşağıdakilerden hangisine bağlı değildir? (\*doğru cevap)

- Radyasyonun çeşidine
- Radyasyonun dozuna
- Kişinin yaşına
- Vücudun ışınlanan kısmına
- Radyoaktif kaynağın sıcaklığına\*

Yukarıda verdiğim cevabın nedeni: Çünkü...

- a) nükleer radyasyonun verdiği zarar maruz kalınan doza bağlı değildir.  
b) her çeşit radyasyon DNA ve hücre yapısına aynı zararı verir.  
c) her yaşta insan radyasyondan aynı oranda zarar görür.  
d) vücudun bütün kısımları aynı oranda etkilenir.  
e) kaynağın sıcaklığının radyoaktivitesine bir etkisi yoktur.\*  
Diğer (Yazınız).....

Tablo 25

Üçüncü Maddeye Verilen Cevapların Dağılımı

| Sınıf    | Seçenekler | Neden aşaması |     |      |      |      |      |      |      |    |       |    |     | Toplam |      |
|----------|------------|---------------|-----|------|------|------|------|------|------|----|-------|----|-----|--------|------|
|          |            | a             |     | b    |      | c    |      | d    |      | e  |       | g  |     | n      | %    |
| 1. Sınıf | a          | 2             | 2.5 | 1    | 1.3  | -    | -    | -    | -    | 2  | 2.5   | -  | -   | 5      | 6.3  |
|          | b          | 1             | 1.3 | 5    | 6.3  | 1    | 1.3  | -    | -    | 1  | 1.3   | -  | -   | 8      | 10.1 |
|          | c          | -             | -   | 2    | 2.5  | 32   | 41.5 | -    | -    | -  | -     | -  | -   | 34     | 43   |
|          | d          | 1             | 1.3 | 2    | 2.5  | -    | -    | 8    | 10.1 | -  | -     | -  | -   | 11     | 13.9 |
|          | e          | -             | -   | 2    | 2.5  | -    | -    | -    | -    | 18 | *22.8 | -  | -   | 20     | 25.3 |
|          | g          | -             | -   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -  | -     | 1  | 1.3 | 1      | 1.3  |
|          | Toplam     | 4             | 5.1 | 12   | 15.2 | 33   | 41.8 | 8    | 10.1 | 21 | 26.6  | 1  | 1.3 | 79     | 100  |
| 2. Sınıf | a          | 1             | 1.1 | 6    | 6.8  | 1    | 1.1  | -    | -    | -  | -     | -  | -   | 8      | 9.1  |
|          | b          | 3             | 3.4 | 2    | 2.3  | 1    | 1.1  | 1    | 1.1  | 3  | 3.4   | -  | -   | 10     | 11.4 |
|          | c          | -             | -   | 2    | 2.3  | 43   | 48.9 | 4    | 4.5  | -  | -     | -  | -   | 49     | 55.7 |
|          | d          | 1             | 1.1 | 1    | 1.1  | -    | -    | 5    | 5.7  | 1  | 1.1   | -  | -   | 8      | 9.1  |
|          | e          | -             | -   | -    | -    | 3    | 3.4  | 1    | 1.1  | 9  | *10.2 | -  | -   | 13     | 14.8 |
|          | Toplam     | 5             | 5.7 | 11   | 12.5 | 48   | 54.5 | 11   | 12.5 | 13 | 14.8  | -  | -   | 88     | 100  |
| 3. Sınıf | a          | 2             | 3.8 | 1    | 1.9  | -    | -    | -    | -    | -  | -     | -  | -   | 3      | 5.8  |
|          | b          | 1             | 1.9 | 2    | 3.8  | 1    | 1.9  | -    | -    | 1  | 1.9   | -  | -   | 5      | 9.6  |
|          | c          | -             | -   | 4    | 7.7  | 22   | 42.3 | -    | -    | -  | -     | -  | -   | 26     | 50   |
|          | d          | -             | -   | -    | -    | -    | -    | 6    | 11.5 | -  | -     | -  | -   | 6      | 11.5 |
|          | e          | -             | -   | -    | -    | -    | -    | 1    | 1.9  | 11 | *21.2 | -  | -   | 12     | 23.1 |
|          | Toplam     | 3             | 5.8 | 7    | 13.5 | 23   | 44.2 | 7    | 13.5 | 12 | 23.1  | -  | -   | 52     | 100  |
| 4. Sınıf | c          | 1             | 3.2 | 2    | 6.5  | 9    | 29   | -    | -    | -  | -     | -  | -   | 12     | 38.7 |
|          | d          | -             | -   | 2    | 6.5  | -    | -    | 3    | 9.7  | -  | -     | -  | -   | 5      | 16.1 |
|          | e          | -             | -   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 14 | *45.2 | -  | -   | 14     | 45.2 |
|          | Toplam     | 1             | 3.2 | 4    | 12.9 | 9    | 29   | 3    | 9.7  | 14 | 45.2  | -  | -   | 31     | 100  |
| Genel    | a          | 5             | 2   | 8    | 3.2  | 1    | .4   | -    | -    | 2  | .8    | -  | -   | 16     | 6.4  |
|          | b          | 5             | 2   | 9    | 3.6  | 3    | 1.2  | 1    | .4   | 5  | 2     | -  | -   | 23     | 9.2  |
|          | c          | 1             | .4  | 10   | 4    | 106  | 42.4 | 4    | 1.6  | -  | -     | -  | -   | 121    | 48.4 |
|          | d          | 2             | .8  | 5    | 2    | -    | -    | 22   | 8.8  | 1  | .4    | -  | -   | 30     | 12   |
|          | e          | -             | -   | 2    | .8   | 3    | 1.2  | 2    | .8   | 52 | *20.8 | -  | -   | 59     | 23.6 |
|          | g          | -             | -   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -  | -     | 1  | .4  | 1      | .4   |
| Toplam   | 13         | 5.2           | 34  | 13.6 | 113  | 45.2 | 29   | 11.6 | 60   | 24 | 1     | .4 | 250 | 100    |      |

\*Her iki aşamada doğru cevap

## Radyoaktif kirlilik ve sigara

### Madde 08

Madde 08'de (Tablo 26) öğretmen adaylarının radyoaktif kirlilik ile ilgili fikirleri incelenmektedir. Tablo 26'da 4. sınıf öğretmen adaylarından 18'i (%58.1) hem içerik hem de neden basamaklarında doğru cevap vermiştir. Bu aynı zamanda

4. sınıf öğretmen adaylarının 11. madde için diğer sınıflara göre en yüksek doğru cevaplama oranına sahip olduğunu göstermektedir. Tabloda en düşük oranda (23 öğretmen adayı, %26.1) doğru cevap veren grubun ise 2. sınıf öğretmen adaylarını olduğu belirtilmektedir. Öğretmen adaylarının genelinde birinci basamağı 110 öğretmen adayı (%44) doğru cevaplarırken, ikinci basamağı 99 öğretmen adayı (%39.6), her iki basamağı ise 80 öğretmen adayı (%32) doğru cevaplamıştır. En sık yapılan hata ise bu maddenin ilk basamağında “c” seçeneğinin (58 öğretmen adayı, %23.2), ikinci basamağında ise yine “c” seçeneğinin (60 öğretmen adayı, %24) tercih edilmiş olması olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu da yaklaşık olarak öğretmen adaylarının dörtte birine denk gelmektedir. Verilen bu hatalı cevaplardan yola çıkarak, öğretmen adaylarının radyoaktif kirlilik ve radyoaktivite kavramları ile ilgili bilimsel olmayan inanışlara sahip olduklarını söylenebilir.

Madde 08: Radyoaktif kirlenme tespit edilmiş bir tarlada yetişen sebzelerle ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi söylenebilir? (\*doğru cevap)

- Hayvanlara verilmesinde bir sakınca yoktur.
- Radyoaktivite ölçümlerine göre önlem alınmalıdır.\*
- Yememek kaydıyla endüstride başka alanlarda hammadde olarak kullanılabilir.
- Tarlada bırakılmalıdır.
- Çöpe atılmalıdır.

Yukarıda verdiğim cevabın nedeni: Çünkü...

- çöpe atıldığında insanlardan uzakta olacaktır.
- tarlada çürümeye bırakılması yayılmasını engelleyecektir.
- endüstrideki kimyasal işlemler ile radyoaktiflik azalacaktır.
- müdahale şekli ölçümlere göre değişmektedir.\*
- hayvanlar radyasyondan insanlar kadar etkilenmezler.

Diğer (Yazınız).....

Tablo 26

*Sekizinci Maddeye Verilen Cevapların Dağılımı*

| Sınıf    | Seçenekler | Neden aşaması |      |      |     |      |      |      |       |      |     |     |     | Toplam |      |
|----------|------------|---------------|------|------|-----|------|------|------|-------|------|-----|-----|-----|--------|------|
|          |            | a             |      | b    |     | c    |      | d    |       | e    |     | g   |     | n      | %    |
| 1. Sınıf | a          | 3             | 3.8  | 3    | 3.8 | 3    | 3.8  | 1    | 1.3   | 1    | 1.3 | -   | -   | 11     | 13.9 |
|          | b          | 1             | 1.3  | 3    | 3.8 | 4    | 5.1  | 25   | *31.6 | 2    | 2.5 | 1   | 1.3 | 36     | 45.6 |
|          | c          | 2             | 2.5  | 1    | 1.3 | 10   | 12.7 | 4    | 5.1   | 1    | 1.3 | -   | -   | 18     | 22.8 |
|          | d          | -             | -    | 5    | 6.3 | 1    | 1.3  | 1    | 1.3   | 1    | 1.3 | -   | -   | 8      | 10.1 |
|          | e          | 2             | 2.5  | -    | -   | -    | -    | 1    | 1.3   | 2    | 2.5 | -   | -   | 5      | 6.3  |
|          | g          | -             | -    | -    | -   | -    | -    | -    | -     | -    | -   | 1   | 1.3 | 1      | 1.3  |
|          | Toplam     |               | 8    | 10.1 | 12  | 15.2 | 18   | 22.8 | 32    | 40.5 | 7   | 8.9 | 2   | 2.5    | 79   |
| 2. Sınıf | a          | 3             | 3.4  | 1    | 1.1 | -    | -    | 1    | 1.1   | 3    | 3.4 | -   | -   | 8      | 9.1  |
|          | b          | -             | -    | 2    | 2.3 | 4    | 4.5  | 23   | *26.1 | -    | -   | -   | -   | 29     | 33   |
|          | c          | 1             | 1.1  | 2    | 2.3 | 12   | 13.6 | 6    | 6.8   | 1    | 1.1 | -   | -   | 22     | 25   |
|          | d          | 1             | 1.1  | 6    | 6.8 | 1    | 1.1  | 2    | 2.3   | 1    | 1.1 | -   | -   | 11     | 12.5 |
|          | e          | 13            | 14.8 | 1    | 1.1 | 2    | 2.3  | 1    | 1.1   | -    | -   | -   | -   | 17     | 19.3 |
|          | g          | -             | -    | -    | -   | -    | -    | -    | -     | -    | -   | 1   | 1.1 | 1      | 1.1  |
|          | Toplam     |               | 18   | 20.5 | 12  | 13.6 | 19   | 21.6 | 33    | 37.5 | 5   | 5.7 | 1   | 1.1    | 88   |

Tablo 26'nın devamı

| Sınıf    | Seçenekler | Neden aşaması |      |    |      |    |      |    |       |    |     |   |     | Toplam |      |
|----------|------------|---------------|------|----|------|----|------|----|-------|----|-----|---|-----|--------|------|
|          |            | a             |      | b  |      | c  |      | d  |       | e  |     | g |     | n      | %    |
| 3. Sınıf | a          | -             | -    | 1  | 1.9  | 1  | 1.9  | -  | -     | -  | -   | - | -   | 2      | 3.8  |
|          | b          | -             | -    | 3  | 5.8  | 7  | 13.5 | 14 | *26.9 | -  | -   | - | -   | 24     | 46.2 |
|          | c          | 2             | 3.8  | 1  | 1.9  | 10 | 19.2 | 1  | 1.9   | 1  | 1.9 | - | -   | 15     | 28.8 |
|          | d          | -             | -    | 6  | 11.5 | -  | -    | -  | -     | -  | -   | - | -   | 6      | 11.5 |
|          | e          | 3             | 5.8  | -  | -    | -  | -    | 1  | 1.9   | -  | -   | - | -   | 4      | 7.7  |
|          | g          | -             | -    | -  | -    | -  | -    | -  | -     | -  | -   | 1 | 1.9 | 1      | 1.9  |
|          | Toplam     | 5             | 9.6  | 11 | 21.2 | 18 | 34.6 | 16 | 30.8  | 1  | 1.9 | 1 | 1.9 | 52     | 100  |
| 4. Sınıf | a          | -             | -    | -  | -    | 1  | 3.2  | -  | -     | -  | -   | - | -   | 1      | 3.2  |
|          | b          | -             | -    | 2  | 6.5  | 1  | 3.2  | 18 | *58.1 | -  | -   | - | -   | 21     | 67.7 |
|          | c          | -             | -    | -  | -    | 3  | 9.7  | -  | -     | -  | -   | - | -   | 3      | 9.7  |
|          | d          | -             | -    | 4  | 12.9 | -  | -    | -  | -     | -  | -   | - | -   | 4      | 12.9 |
|          | e          | 2             | 6.5  | -  | -    | -  | -    | -  | -     | -  | -   | - | -   | 2      | 6.5  |
|          | Toplam     | 2             | 6.5  | 6  | 19.4 | 5  | 16.1 | 18 | 58.1  | -  | -   | - | -   | 31     | 100  |
| Genel    | a          | 6             | 2.4  | 5  | 2    | 5  | 2    | 2  | .8    | 4  | 1.6 | - | -   | 22     | 8.8  |
|          | b          | 1             | .4   | 10 | 4    | 16 | 6.4  | 80 | *32   | 2  | .8  | 1 | .4  | 110    | 44   |
|          | c          | 5             | 2    | 4  | 1.6  | 35 | 14   | 11 | 4.4   | 3  | 1.2 | - | -   | 58     | 23.2 |
|          | d          | 1             | .4   | 21 | 8.4  | 2  | .8   | 3  | 1.2   | 2  | .8  | - | -   | 29     | 11.6 |
|          | e          | 20            | 8    | 1  | .4   | 2  | .8   | 3  | 1.2   | 2  | .8  | - | -   | 28     | 11.2 |
|          | g          | -             | -    | -  | -    | -  | -    | -  | -     | -  | -   | 3 | 1.2 | 3      | 1.2  |
|          | Toplam     | 33            | 13.2 | 41 | 16.4 | 60 | 24   | 99 | 39.6  | 13 | 5.2 | 4 | 1.6 | 250    | 100  |

\*Her iki aşamada doğru cevap

### Madde 12

Madde 12 (Tablo 27) öğretmen adaylarının sigaradaki radyoaktivite ile ilgili fikirlerini değerlendirmektedir. Tablo 27'de 3. sınıf öğretmen adaylarından 4'ü (%29) hem içerik hem de neden basamaklarında doğru cevap vermiştir. Bu aynı zamanda 3. sınıf öğretmen adaylarının 12. madde için diğer sınıflara göre en yüksek doğru cevaplama oranına sahip olduğunu göstermektedir. Tabloda en düşük oranda (2 öğretmen adayı, %2.3) doğru cevap veren grubun ise 2. sınıf öğretmen adayları olduğu göze çarpmaktadır. Öğretmen adaylarının vermiş olduğu cevapların geneline bakıldığında birinci basamağı 88 öğretmen adayı (%35.2) doğru cevaplarırken, ikinci basamağı 55 öğretmen adayı (%22), her ikisini ise 10 öğretmen adayı (% 4) doğru cevaplamıştır. Madde 12'de en sık yapılan hata ise bu maddenin ilk basamağında "b" seçeneğinin (76 öğretmen adayı, %30.4), ikinci basamağında ise yine "b" seçeneğinin (76 öğretmen adayı, %30.4) tercih edilmesidir. Verilen yanlış cevaplar göz önünde bulundurulduğunda öğretmen adaylarının sigaranın radyo-zehirliliği ile ilgili bilimsel olmayan hatalı fikirlere sahip oldukları görülmektedir.

Madde 12: Aşağıda sigara ile ilgili verilen ifadelerden hangisi yanlıştır? (\*doğru cevap)

- Sigara içmek kansere yakalanma riskini artırır.
- Sigaranın radyo-zehirliliği yoktur\*
- Sigara kimyasal zehirliliği olan bir tüketici ürünüdür.
- Sigara, kullanıcılarını röntgeninden daha fazla radyasyona maruz bırakabilir.
- Tütün bazı radyoaktif elementleri topraktan alır.

Yukarıda verdiğim cevabın nedeni: Çünkü...

- toprakta radyasyon bulunmaz.
  - bu kadar fazla radyasyon yayamaz.
  - kanserin sebepleri arasında sigara yoktur.
  - sigaradaki kimyasal zehirlilik değerleri diğer tüketici ürünlerinden daha düşüktür.
  - sigara içmek akciğerlerde dâhilî ışınlanmaya sebep olur.\*
- Diğer (Yazınız).....

Tablo 27

On İkinci Maddeye Verilen Cevapların Dağılımı

| Sınıf    | Seçenekler | Neden aşaması |     |      |      |      |     |      |      |      |       |      |     | Toplam |      |
|----------|------------|---------------|-----|------|------|------|-----|------|------|------|-------|------|-----|--------|------|
|          |            | a             |     | b    |      | c    |     | d    |      | e    |       | g    |     | n      | %    |
| 1. Sınıf | a          | 2             | 2.5 | 3    | 3.8  | 1    | 1.3 | -    | -    | 2    | 2.5   | -    | -   | 8      | 10.1 |
|          | b          | 3             | 3.8 | 3    | 3.8  | 2    | 2.5 | 2    | 2.5  | 7    | *8.9  | 1    | 1.3 | 18     | 22.8 |
|          | c          | 3             | 3.8 | 1    | 1.3  | 5    | 6.3 | 6    | 7.6  | 1    | 1.3   | -    | -   | 16     | 20.3 |
|          | d          | -             | -   | 12   | 15.2 | 3    | 3.8 | 8    | 11.1 | 2    | 2.5   | -    | -   | 25     | 31.6 |
|          | e          | 5             | 6.3 | 2    | 2.5  | -    | -   | 1    | 1.3  | 2    | 2.5   | -    | -   | 10     | 12.7 |
|          | g          | -             | -   | -    | -    | -    | -   | -    | -    | -    | -     | 2    | 2.5 | 2      | 2.5  |
|          | Toplam     |               | 13  | 16.5 | 21   | 26.6 | 11  | 13.9 | 17   | 21.5 | 14    | 17.7 | 3   | 3.8    | 79   |
| 2. Sınıf | a          | 3             | 3.4 | 1    | 1.1  | 2    | 2.3 | 3    | 3.4  | -    | -     | -    | -   | 9      | 10.2 |
|          | b          | 1             | 1.1 | 10   | 11.4 | 2    | 2.3 | 6    | 6.8  | 10   | *11.4 | -    | -   | 29     | 33   |
|          | c          | 2             | 2.3 | 2    | 2.3  | 1    | 1.1 | 2    | 2.3  | 2    | 2.3   | -    | -   | 9      | 10.2 |
|          | d          | 1             | 1.1 | 16   | 18.2 | 2    | 2.3 | 9    | 11.2 | 2    | 2.3   | -    | -   | 30     | 34.1 |
|          | e          | 6             | 6.8 | 1    | 1.1  | -    | -   | -    | -    | 3    | 3.4   | -    | -   | 10     | 11.4 |
|          | g          | -             | -   | -    | -    | -    | -   | -    | -    | -    | -     | 1    | 1.1 | 1      | 1.1  |
|          | Toplam     |               | 13  | 14.8 | 30   | 34.1 | 7   | 8    | 20   | 22.7 | 17    | 19.3 | 1   | 1.1    | 88   |
| 3. Sınıf | a          | -             | -   | 1    | 1.9  | 1    | 1.9 | 1    | 1.9  | 1    | 1.9   | -    | -   | 4      | 7.7  |
|          | b          | 1             | 1.9 | 4    | 7.7  | 2    | 3.8 | 6    | 11.5 | 5    | *9.6  | -    | -   | 18     | 34.6 |
|          | c          | 1             | 1.9 | -    | -    | 1    | 1.9 | -    | -    | 1    | 1.9   | -    | -   | 3      | 5.8  |
|          | d          | -             | -   | 11   | 21.2 | 2    | 3.8 | 3    | 5.8  | 4    | 7.7   | -    | -   | 20     | 38.5 |
|          | e          | 3             | 5.8 | -    | -    | -    | -   | 1    | 1.9  | 2    | 3.8   | -    | -   | 6      | 11.5 |
|          | g          | -             | -   | -    | -    | -    | -   | -    | -    | -    | -     | 1    | 1.9 | 1      | 1.9  |
|          | Toplam     |               | 5   | 9.6  | 16   | 30.8 | 6   | 11.5 | 11   | 21.2 | 13    | 25   | 1   | 1.9    | 52   |
| 4. Sınıf | a          | -             | -   | -    | -    | -    | -   | 2    | 6.5  | 1    | 3.2   | -    | -   | 3      | 9.7  |
|          | b          | -             | -   | 2    | 6.5  | -    | -   | -    | -    | 8    | *25.8 | 1    | 3.2 | 11     | 35.5 |
|          | c          | 1             | 3.2 | 1    | 3.2  | -    | -   | 2    | 6.5  | -    | -     | -    | -   | 4      | 12.9 |
|          | d          | -             | -   | 6    | 19.4 | 1    | 3.2 | 4    | 12.9 | 2    | 6.5   | -    | -   | 13     | 41.9 |
|          | Toplam     |               | 1   | 3.2  | 9    | 29   | 1   | 3.2  | 8    | 25.8 | 11    | 35.5 | 1   | 3.2    | 31   |
| Genel    | a          | 5             | 2   | 5    | 2    | 4    | 1.6 | 6    | 2.4  | 4    | 1.6   | -    | -   | 24     | 9.6  |
|          | b          | 5             | 2   | 19   | 7.6  | 6    | 2.4 | 14   | 5.6  | 30   | *12   | 1    | .4  | 76     | 30.4 |
|          | c          | 7             | 2.8 | 4    | 1.6  | 7    | 2.8 | 10   | 4    | 4    | 1.6   | -    | -   | 32     | 12.8 |
|          | d          | 1             | .4  | 45   | 18   | 8    | 3.2 | 24   | 9.6  | 10   | 4     | -    | -   | 88     | 35.2 |
|          | e          | 14            | 5.6 | 3    | 1.2  | -    | -   | 2    | .8   | 7    | 2.8   | -    | -   | 26     | 10.4 |
|          | g          | -             | -   | -    | -    | -    | -   | -    | -    | -    | -     | 4    | 1.6 | 4      | 1.6  |
|          | Toplam     |               | 32  | 12.8 | 76   | 30.4 | 25  | 10   | 56   | 22.4 | 55    | 22   | 6   | 2.4    | 250  |

## Nükleer enerji ve tıp

### Madde 07

Madde 07’de (Tablo 28) öğretmen adaylarının iyonlaştırıcı doğal radyasyon ile ilgili anlayışları değerlendirilmiştir. Tablo 28’de 4. sınıf öğretmen adaylarından 8’i (%25.8) hem içerik hem de neden basamaklarında doğru cevap vermiştir. Bu aynı zamanda 4. sınıf öğretmen adaylarının 13. madde için bütün gruplar içinde en yüksek doğru cevaplama oranına sahip olduğunu göstermektedir. Bu maddeye en düşük oranda (5 öğretmen adayı, %9.6) doğru cevap veren grubun ise 3. sınıf öğretmen adayları olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının geneline bakıldığında birinci basamağı 62 öğretmen adayı (%24.8) doğru cevaplarken ikinci basamağı 72 öğretmen adayı (%28.8), her ikisini ise 38 öğretmen adayı (%15.2) doğru cevaplamaıştır. Bu maddede en sık yapılan hatalara bakıldığında, ilk basamakta “b” seçeneği (70 öğretmen adayı, %28), ikinci basamakta ise “a” seçeneği (58 öğretmen adayı, %23.2) karşımıza çıkmaktadır. Verilen hatalı cevaplar, öğretmen adaylarının doğal radyasyonun bileşenleri ile ilgili bilimsel gerçeklerle örtüşmeyen fikirlere sahip olduklarını işaret etmektedir.

Madde 07: Maruz kaldığımız (iyonlaştırıcı) doğal radyasyonun en büyük paya sahip olan bileşeni aşağıdakilerden hangisidir? (\*doğru cevap)

- a) Radon gazı\*
- b) Kozmik ışınlar
- c) Yerküre
- d) Vücudumuz
- e) Güneş

Yukarıda verdiğim cevabın nedeni: Çünkü...

- a) güneşten daha çok zararlı ışın gelir.
  - b) sürekli dâhilî ışınlanmaya sebep olur.
  - c) uranyumun bozunma ürünü olan radon gazının en büyük paydaya sahip olduğu tespit edilmiştir.\*
  - d) atmosferde etkileşime girmeden yeryüzüne ulaşırlar.
  - e) radyasyon topraktan daha hızlı yayınlanır.
- Diğer (Yazınız).....



Tablo 28

*Yedinci Maddeye Verilen Cevapların Dağılımı*

| Sınıf    | Seçenekler | Neden aşaması |      |      |      |      |       |      |      |      |     |      |     | Toplam |      |
|----------|------------|---------------|------|------|------|------|-------|------|------|------|-----|------|-----|--------|------|
|          |            | a             |      | b    |      | c    |       | d    |      | e    |     | g    |     | n      | %    |
| 1. Sınıf | a          | 4             | 5.1  | 2    | 2.5  | 15   | *19   | 1    | 1.3  | 2    | 2.5 | -    | -   | 24     | 30.4 |
|          | b          | 4             | 5.1  | 7    | 8.9  | 5    | 6.3   | 3    | 3.8  | 2    | 2.5 | 1    | 1.3 | 22     | 27.8 |
|          | c          | -             | -    | 1    | 1.3  | 3    | 3.8   | 6    | 7.6  | 2    | 2.5 | -    | -   | 12     | 15.2 |
|          | d          | 1             | 1.3  | -    | -    | 5    | 6.3   | 2    | 2.5  | 1    | 1.3 | -    | -   | 9      | 11.4 |
|          | e          | 7             | 8.9  | -    | -    | 1    | 1.3   | 1    | 1.3  | 2    | 2.5 | -    | -   | 11     | 13.9 |
|          | g          | -             | -    | -    | -    | -    | -     | -    | -    | -    | -   | 1    | 1.3 | 1      | 1.3  |
|          | Toplam     |               | 16   | 20.3 | 10   | 12.7 | 29    | 36.7 | 13   | 16.5 | 9   | 11.4 | 2   | 2.5    | 79   |
| 2. Sınıf | a          | 4             | 4.5  | 2    | 2.3  | 10   | *11.4 | 2    | 2.3  | 1    | 1.1 | -    | -   | 19     | 21.6 |
|          | b          | 3             | 3.4  | 15   | 17   | 6    | 6.8   | 4    | 4.5  | -    | -   | -    | -   | 28     | 31.8 |
|          | c          | 1             | 1.1  | 1    | 1.1  | -    | -     | 5    | 5.7  | 2    | 2.3 | -    | -   | 9      | 10.2 |
|          | d          | 2             | 2.3  | 1    | 1.1  | 4    | 4.5   | 4    | 4.5  | 1    | 1.1 | -    | -   | 12     | 13.6 |
|          | e          | 16            | 18.2 | -    | -    | 1    | 1.1   | -    | -    | 1    | 1.1 | 1    | 1.1 | 19     | 21.6 |
|          | g          | -             | -    | -    | -    | -    | -     | -    | -    | -    | -   | 1    | 1.1 | 1      | 1.1  |
|          | Toplam     |               | 26   | 29.5 | 19   | 21.6 | 21    | 23.9 | 15   | 17   | 5   | 5.7  | 2   | 2.3    | 88   |
| 3. Sınıf | a          | 1             | 1.9  | 1    | 1.9  | 5    | *9.6  | 1    | 1.9  | 1    | 1.9 | -    | -   | 9      | 17.3 |
|          | b          | 1             | 1.9  | 5    | 9.6  | 1    | 1.9   | 4    | 7.7  | -    | -   | -    | -   | 11     | 21.2 |
|          | c          | 1             | 1.9  | 1    | 1.9  | 4    | 7.7   | 2    | 3.8  | -    | -   | -    | -   | 8      | 15.4 |
|          | d          | 1             | 1.9  | 4    | 7.7  | 2    | 3.8   | 2    | 3.8  | -    | -   | -    | -   | 9      | 17.3 |
|          | e          | 8             | 15.4 | 1    | 1.9  | -    | -     | 4    | 7.7  | -    | -   | -    | -   | 13     | 25   |
|          | g          | -             | -    | -    | -    | -    | -     | -    | -    | -    | -   | 2    | 3.8 | 2      | 3.8  |
|          | Toplam     |               | 12   | 23.1 | 12   | 23.1 | 12    | 23.1 | 13   | 25   | 1   | 1.9  | 2   | 3.8    | 52   |
| 4. Sınıf | a          | 1             | 3.2  | -    | -    | 8    | *25.8 | 1    | 3.2  | -    | -   | -    | -   | 10     | 32.3 |
|          | b          | -             | -    | 5    | 16.1 | 2    | 6.5   | 2    | 6.5  | -    | -   | -    | -   | 9      | 29   |
|          | c          | -             | -    | 3    | 9.7  | -    | -     | 2    | 6.5  | -    | -   | -    | -   | 5      | 16.1 |
|          | d          | -             | -    | 1    | 3.2  | -    | -     | 1    | 3.2  | -    | -   | -    | -   | 2      | 6.5  |
|          | e          | 3             | 9.7  | 1    | 3.2  | -    | -     | 1    | 3.2  | -    | -   | -    | -   | 5      | 16.1 |
|          | Toplam     |               | 4    | 12.9 | 10   | 32.3 | 10    | 32.3 | 7    | 22.6 | -   | -    | -   | -      | 31   |
| Genel    | a          | 10            | 4    | 5    | 2    | 38   | *15.2 | 5    | 2    | 4    | 1.6 | -    | -   | 62     | 24.8 |
|          | b          | 8             | 3.2  | 32   | 12.8 | 14   | 5.6   | 13   | 5.2  | 2    | .8  | 1    | .4  | 70     | 28   |
|          | c          | 2             | .8   | 6    | 2.4  | 7    | 2.8   | 15   | 6    | 4    | 1.6 | -    | -   | 34     | 13.6 |
|          | d          | 4             | 1.6  | 6    | 2.4  | 11   | 4.4   | 9    | 3.6  | 2    | .8  | -    | -   | 32     | 12.8 |
|          | e          | 34            | 13.6 | 2    | .8   | 2    | .8    | 6    | 2.4  | 3    | 1.2 | 1    | .4  | 48     | 19.2 |
|          | g          | -             | -    | -    | -    | -    | -     | -    | -    | -    | -   | 4    | 1.6 | 4      | 1.6  |
| Toplam   |            | 58            | 23.2 | 51   | 2.4  | 72   | 28.8  | 48   | 19.2 | 15   | 6   | 6    | 2.4 | 250    | 100  |

\*Her iki aşamada doğru cevap

**Madde 09**

Öğretmen adaylarının nükleer güç santralleri ile ilgili anlayışlarının incelendiği madde 09'da 3. sınıf öğretmen adaylarının %21.2'sinin (11 öğretmen adayı) hem içerik hem de neden basamaklarında doğru cevaplar vermiştir (Tablo 29). Bu sınıf bazında en yüksek doğru cevaplama oranıdır (Tablo 29). En düşük oranda (14 öğretmen adayı, %17.7) doğru cevap veren grup ise 1. sınıf öğretmen adayları olduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının vermiş olduğu cevapların

geneline bakıldığında içerik basamağını 73 öğretmen adayı (%29.2) doğru cevaplarırken, neden basamağını 65 öğretmen adayı (%26), her ikisini ise 47 öğretmen adayının (%18.8) doğru cevapladığı göze çarpmaktadır. Diğer taraftan maddenin ilk basamağında “e” seçeneğinin (55 öğretmen adayı, %22), ikinci basamağında ise “a” seçeneğinin (48 öğretmen adayı, %19.2) seçilmiş olması en sık yapılan hata olarak tespit edilmiştir. Sözü geçen seçenekler öğretmen adaylarının nükleer güç santralleri ve nükleer reaksiyonlar ile ilgili hatalı fikir ve inanışlara sahip olduklarını göstermektedir.

Madde 09: Nükleer santraller için aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır? (\*doğru cevap)

- Nükleer güç santrallerde üretilen radyoizotoplar farklı alanlarda kullanılır.
- Nükleer güç santrallerinin çoğunda elektrik, türbin jeneratörlerinin döndürülmesiyle elde edilir.
- Nükleer santral çevresinde yaşayanların ortalama olarak maruz kaldığı yıllık ekstra radyasyon dozu, yıllık doğal radyasyon dozunun birkaç katıdır.\*
- Bir ülkede atom bombası yapılabilmesi için nükleer santralin bulunması yeterli değildir.
- Nükleer güç santrallerinde su buharı üretmek için gerekli olan ısı nükleer yakıttan sağlanır.

Yukarıda verdiğim cevabın nedeni: Çünkü...

- nükleer güç santrallerinde atom bombası üretilebilir.
  - nükleer güç santrallerinde su buharına gerek yoktur.
  - nükleer santrallerden dolayı maruz kalınan radyasyon dozu doğal radyasyondan çok küçüktür.\*
  - çok radyoaktif olduğu için kullanılmaz.
  - elektriği nükleer reaksiyonlar üretir.
- Diğer (Yazınız).....

Tablo 29

*Dokuzuncu Maddeye Verilen Cevapların Dağılımı*

| Sınıf    | Seçenekler | Neden aşaması |     |      |      |      |       |      |     |      |     |      |     | Toplam |      |     |
|----------|------------|---------------|-----|------|------|------|-------|------|-----|------|-----|------|-----|--------|------|-----|
|          |            | a             |     | b    |      | c    |       | d    |     | e    |     | g    |     | n      | %    |     |
| 1. Sınıf | a          | 1             | 1.3 | 1    | 1.3  | 5    | 6.3   | -    | -   | -    | -   | -    | -   | 7      | 8.9  |     |
|          | b          | -             | -   | 6    | 7.6  | 1    | 1.3   | 2    | 2.5 | 4    | 5.1 | -    | -   | 13     | 16.5 |     |
|          | c          | 3             | 3.8 | 3    | 3.8  | 14   | *17.7 | 3    | 3.8 | -    | -   | 2    | 2.5 | 25     | 31.6 |     |
|          | d          | 5             | 6.3 | 1    | 1.3  | 1    | 1.3   | 5    | 6.3 | 1    | 1.3 | -    | -   | 13     | 16.5 |     |
|          | e          | 3             | 3.8 | 9    | 11.4 | 1    | 1.3   | 1    | 1.3 | 6    | 7.6 | -    | -   | 20     | 25.3 |     |
|          | g          | -             | -   | -    | -    | -    | -     | -    | -   | -    | -   | -    | 1   | 1.3    | 1    | 1.3 |
|          | Toplam     |               | 12  | 15.2 | 20   | 25.3 | 22    | 27.8 | 11  | 13.9 | 11  | 13.9 | 3   | 3.8    | 79   | 100 |
| 2. Sınıf | a          | 7             | 8   | 3    | 3.4  | 1    | 1.1   | 2    | 2.3 | 1    | 1.1 | -    | -   | 14     | 15.9 |     |
|          | b          | -             | -   | 1    | 1.1  | 2    | 2.3   | 1    | 1.1 | 5    | 5.7 | -    | -   | 9      | 10.2 |     |
|          | c          | -             | -   | 1    | 1.1  | 16   | *18.2 | 4    | 4.5 | 2    | 2.3 | -    | -   | 23     | 26.1 |     |
|          | d          | 9             | 1-2 | 1    | 1.1  | -    | -     | 8    | 9.1 | 1    | 1.1 | -    | -   | 19     | 21.6 |     |
|          | e          | 1             | 1.1 | 8    | 9.1  | 2    | 2.3   | 3    | 3.4 | 7    | 8   | -    | -   | 21     | 23.9 |     |
|          | g          | -             | -   | -    | -    | -    | -     | -    | -   | -    | -   | 2    | 2.3 | 2      | 2.3  |     |
|          | Toplam     |               | 17  | 19.3 | 14   | 15.9 | 21    | 23.9 | 18  | 20.5 | 16  | 18.2 | 2   | 2.3    | 88   | 100 |

Tablo 29'un devamı

| Sınıf    | Seçenekler | Neden aşaması |      |      |     |      |       |    |     |      |      |      |     |        |      |
|----------|------------|---------------|------|------|-----|------|-------|----|-----|------|------|------|-----|--------|------|
|          |            | a             |      | b    |     | c    |       | d  |     | e    |      | g    |     | Toplam |      |
|          |            | n             | %    | n    | %   | n    | %     | n  | %   | n    | %    | n    | %   | n      | %    |
| 3. Sınıf | a          | 5             | 9.6  | 1    | 1.9 | -    | -     | 2  | 3.8 | 1    | 1.9  | -    | -   | 9      | 17.3 |
|          | b          | -             | -    | 1    | 1.9 | -    | -     | 1  | 1.9 | 4    | 7.7  | -    | -   | 6      | 11.5 |
|          | c          | 2             | 3.8  | -    | -   | 11   | *21.2 | 2  | 3.8 | -    | -    | -    | -   | 15     | 28.8 |
|          | d          | 4             | 7.7  | -    | -   | 1    | 1.9   | 5  | 9.6 | 2    | 3.8  | -    | -   | 12     | 23.1 |
|          | e          | 2             | 3.8  | 4    | 7.7 | 1    | 1.9   | -  | -   | 1    | 1.9  | -    | -   | 8      | 15.4 |
|          | g          | -             | -    | -    | -   | -    | -     | -  | -   | -    | -    | 2    | 3.8 | 2      | 3.8  |
|          | Toplam     |               | 13   | 25   | 6   | 11.5 | 13    | 25 | 10  | 19.2 | 8    | 15.4 | 2   | 3.8    | 52   |
| 4. Sınıf | a          | -             | -    | -    | -   | -    | -     | 1  | 3.2 | -    | -    | -    | -   | 1      | 3.2  |
|          | b          | -             | -    | 2    | 6.5 | 1    | 3.2   | -  | -   | 3    | 9.7  | -    | -   | 6      | 19.4 |
|          | c          | 2             | 6.5  | 1    | 3.2 | 6    | *19.4 | 1  | 3.2 | -    | -    | -    | -   | 10     | 32.3 |
|          | d          | 4             | 12.9 | 1    | 3.2 | 2    | 6.5   | -  | -   | 1    | 3.2  | -    | -   | 8      | 25.8 |
|          | e          | -             | -    | 1    | 3.2 | -    | -     | 1  | 3.2 | 4    | 12.9 | -    | -   | 6      | 19.4 |
|          | Toplam     |               | 6    | 19.4 | 5   | 16.1 | 9     | 29 | 3   | 9.7  | 8    | 25.8 | -   | -      | 31   |
| Genel    | a          | 13            | 5.2  | 5    | 2   | 6    | 2.4   | 5  | 2   | 2    | .8   | -    | -   | 31     | 12.4 |
|          | b          | -             | -    | 10   | 4   | 4    | 1.6   | 4  | 1.6 | 16   | 6.4  | -    | -   | 34     | 13.6 |
|          | c          | 7             | 2.8  | 5    | 2   | 47   | *18.8 | 10 | 4   | 2    | .8   | 2    | .8  | 73     | 29.2 |
|          | d          | 22            | 8.8  | 3    | 1.2 | 4    | 1.6   | 18 | 7.2 | 5    | 2    | -    | -   | 52     | 20.8 |
|          | e          | 6             | 2.4  | 22   | 8.8 | 4    | 1.6   | 5  | 2   | 18   | 7.2  | -    | -   | 55     | 22   |
|          | g          | -             | -    | -    | -   | -    | -     | -  | -   | -    | -    | 5    | 2   | 5      | 2    |
|          | Toplam     |               | 48   | 19.2 | 45  | 18   | 65    | 26 | 42  | 16.8 | 43   | 17.2 | 7   | 2.8    | 250  |

\*Her iki aşamada doğru cevap

#### **Madde 14**

Öğretmen adaylarının doğal (iyonlaştırıcı) radyasyon ile ilgili kavramsal anlayışlarının değerlendirildiği madde 14'te 4. sınıf öğretmen adaylarından 10'unun (%32.3) hem içerik hem de neden basamaklarında doğru cevap vermiş olduğu ve 4. sınıf öğretmen adaylarının diğer sınıflara göre en yüksek doğru cevaplama oranına sahip grup olduğu tespit edilmiştir (Tablo 30). Tablo 30'da en düşük (14 öğretmen adayı, %15.9) doğru cevaplama oranının ise 2. sınıf öğretmen adayları grubuna ait olduğu görülmektedir. Öte yandan öğretmen adaylarının genelinde birinci basamağı 84 öğretmen adayı (%33.6) doğru cevaplarken, ikinci basamağı 72 öğretmen adayı (%28.8), her iki basamağı ise 49 öğretmen adayı (%19.6) doğru cevaplamıştır. Tablo 30'da testin birinci basamağında "c" seçeneğinin (64 öğretmen adayı, %25.6), ikinci basamağında ise "d" seçeneğinin (46 öğretmen adayı, %18.4) seçilmesi en sık yapılan hatalar olarak karşımıza çıkmıştır. Sözü geçen tercihler incelendiğinde öğretmen adaylarının radyoaktif partiküller ile ilgili bilimsel gerçeklerle uyuşmayan düşüncelere sahip oldukları anlaşılmaktadır.

Madde 14: Bir tiroit kanseri hastası radyoaktif iyot tabletleri verilip ve belli bir süre hastanede tutulduktan sonra taburcu edilmiştir. Aşağıdakilerden hangisi bu hastaya taburcu sonrası uyması tavsiye edilen önlemlerden biri olamaz? (\*doğru cevap)

- İlk hafta işe gidilmemeli.\*
- İlk hafta ayrı yüz ve banyo havlusu kullanılmalı.
- İlk hafta kullandıktan sonra tuvalet kâğıdını tuvalete atılmalı.
- İlk hafta tuvaletten sonra tuvalet bol su dökerek yıkanmalı.
- İlk hafta hastanın çamaşırları ailesininkinden ayrı yıkanmalı.

Yukarıda verdiğim cevabın nedeni: Çünkü...

- çöp kutusu kullanılmış tuvalet kâğıtlarından yayılan radyasyonu engeller.
  - radyasyon deri yoluyla vücut dışına atılamaz.
  - giysilerimizden radyasyon bulaşmaz.
  - radyasyon parçacıklarının boşaltım sistemiyle atılması mümkün değildir.
  - diğer insanlarla aradaki mesafe korunduğu sürece işe gidilebilir.\*
- Diğer (Yazınız).....

Tablo 30

*On Dördüncü Maddeye Verilen Cevapların Dağılımı*

| Sınıf    | Seçenekler | Neden aşaması |      |      |      |      |     |      |      |      |       |      |     | Toplam |      |     |
|----------|------------|---------------|------|------|------|------|-----|------|------|------|-------|------|-----|--------|------|-----|
|          |            | a             |      | b    |      | c    |     | d    |      | e    |       | g    |     | n      | %    |     |
| 1. Sınıf | a          | 3             | 3.8  | 3    | 3.8  | 1    | 1.3 | 3    | 3.8  | 13   | *16.5 | -    | -   | 23     | 29.1 |     |
|          | b          | 2             | 2.5  | 5    | 6.3  | 5    | 6.3 | -    | -    | 2    | 2.5   | -    | -   | 14     | 17.7 |     |
|          | c          | 8             | 10.1 | 3    | 3.8  | 4    | 5.1 | 7    | 8.9  | 2    | 2.5   | -    | -   | 24     | 30.4 |     |
|          | d          | -             | -    | 3    | 3.8  | 2    | 2.5 | 3    | 3.8  | 2    | 2.5   | -    | -   | 10     | 12.7 |     |
|          | e          | -             | -    | 2    | 2.5  | 1    | 1.3 | -    | -    | 2    | 2.5   | -    | -   | 5      | 6.3  |     |
|          | g          | -             | -    | -    | -    | -    | -   | -    | -    | -    | -     | -    | 3   | 3.8    | 3    | 3.8 |
|          | Toplam     |               | 13   | 16.5 | 16   | 2-3  | 13  | 16.5 | 13   | 16.5 | 21    | 26.6 | 3   | 3.8    | 79   | 100 |
| 2. Sınıf | a          | 3             | 3.4  | 3    | 3.4  | 7    | 8   | 2    | 2.3  | 14   | *15.9 | -    | -   | 29     | 33.0 |     |
|          | b          | -             | -    | 9    | 10.2 | 2    | 2.3 | 2    | 2.3  | -    | -     | -    | -   | 13     | 14.8 |     |
|          | c          | 5             | 5.7  | 4    | 4.5  | 2    | 2.3 | 7    | 8    | 3    | 3.4   | 1    | 1.1 | 22     | 25.0 |     |
|          | d          | 1             | 1.1  | -    | -    | 2    | 2.3 | 7    | 8    | 1    | 1.1   | -    | -   | 11     | 12.5 |     |
|          | e          | -             | -    | 1    | 1.1  | 5    | 5.7 | 2    | 2.3  | 2    | 2.3   | -    | -   | 10     | 11.4 |     |
|          | g          | -             | -    | -    | -    | -    | -   | -    | -    | -    | -     | -    | 3   | 3.4    | 3    | 3.4 |
|          | Toplam     |               | 9    | 10.2 | 17   | 19.3 | 18  | 2-5  | 2-   | 22.7 | 20    | 22.7 | 4   | 4.5    | 88   | 100 |
| 3. Sınıf | a          | 3             | 5.8  | 2    | 3.8  | -    | -   | -    | -    | 12   | *23.1 | -    | -   | 17     | 32.7 |     |
|          | b          | 1             | 1.9  | 2    | 3.8  | 2    | 3.8 | 3    | 5.8  | 2    | 3.8   | -    | -   | 10     | 19.2 |     |
|          | c          | 5             | 9.6  | -    | -    | 3    | 5.8 | 1    | 1.9  | 4    | 7.7   | -    | -   | 13     | 25.0 |     |
|          | d          | -             | -    | -    | -    | -    | -   | 6    | 11.5 | -    | -     | -    | -   | 6      | 11.5 |     |
|          | e          | -             | -    | -    | -    | 5    | 9.6 | -    | -    | -    | -     | -    | -   | 5      | 9.6  |     |
|          | g          | -             | -    | -    | -    | -    | -   | -    | -    | -    | -     | 1    | 1.9 | 1      | 1.9  |     |
|          | Toplam     |               | 9    | 17.3 | 4    | 7.7  | 10  | 19.2 | 10   | 19.2 | 18    | 34.6 | 1   | 1.9    | 52   | 100 |

Tablo 30'un devamı

| Sınıf    | Seçenekler | Neden aşaması |      |    |      |    |      |    |      |    |       |   |     | Toplam |      |
|----------|------------|---------------|------|----|------|----|------|----|------|----|-------|---|-----|--------|------|
|          |            | a             |      | b  |      | c  |      | d  |      | e  |       | g |     | n      | %    |
| 4. Sınıf | a          | 1             | 3.2  | 4  | 12.9 | -  | -    | -  | -    | 10 | *32.3 | - | -   | 15     | 48.4 |
|          | b          | -             | -    | 1  | 3.2  | -  | -    | -  | -    | -  | -     | - | -   | 1      | 3.2  |
|          | c          | 4             | 12.9 | -  | -    | -  | -    | -  | -    | 1  | 3.2   | - | -   | 5      | 16.1 |
|          | d          | 1             | 3.2  | 1  | 3.2  | -  | -    | 2  | 6.5  | -  | -     | - | -   | 4      | 12.9 |
|          | e          | 1             | 3.2  | -  | -    | 2  | 6.5  | 1  | 3.2  | 2  | 6.5   | - | -   | 6      | 19.4 |
|          | Toplam     | 7             | 22.6 | 6  | 19.4 | 2  | 6.5  | 3  | 9.7  | 13 | 41.9  | - | -   | 31     | 12.4 |
| Genel    | a          | 1             | 4    | 12 | 4.8  | 8  | 3.2  | 5  | 2    | 49 | *19.6 | - | -   | 84     | 33.6 |
|          | b          | 3             | 1.2  | 17 | 6.8  | 9  | 3.6  | 5  | 2    | 4  | 1.6   | - | -   | 38     | 15.2 |
|          | c          | 22            | 8.8  | 7  | 2.8  | 9  | 3.6  | 15 | 6    | 10 | 4     | 1 | .4  | 64     | 25.6 |
|          | d          | 2             | .8   | 4  | 1.6  | 4  | 1.6  | 18 | 7.2  | 3  | 1.2   | - | -   | 31     | 12.4 |
|          | e          | 1             | .4   | 3  | 1.2  | 13 | 5.2  | 3  | 1.2  | 6  | 2.4   | - | -   | 26     | 10.4 |
|          | g          | -             | -    | -  | -    | -  | -    | -  | -    | -  | -     | 7 | 2.8 | 7      | 2.8  |
|          | Toplam     | 38            | 15.2 | 43 | 17.2 | 43 | 17.2 | 46 | 18.4 | 72 | 28.8  | 8 | 3.2 | 250    | 100  |

\*Her iki aşamada doğru cevap

## Yapay radyasyon ve Radon

### Madde 06

Öğretmen adaylarının radyoaktif maddelerin yarı ömür özellikleri hakkındaki anlayışlarının incelendiği madde 06'ya 4. sınıf öğretmen adaylarından 8'i (%25) içerik ve neden basamaklarında doğru cevap vermiştir (Tablo 31). Tablo 31'de 4. sınıf öğretmen adaylarının 16. madde için diğer sınıflara kıyasla en yüksek doğru cevaplama oranına sahip olduğu görülmektedir. Tabloda en düşük oranda (13 öğretmen adayı, %16.5) doğru cevap veren grubun ise 1. sınıf öğretmen adaylarını olduğu göze çarpmaktadır. Öğretmen adaylarının cevaplarının geneline bakıldığında birinci basamağı 81 öğretmen adayı (%22.8) doğru cevaplarırken, ikinci basamağı 71 öğretmen adayı (%28.4), her iki basamağı ise 46 öğretmen adayı (%18.4) doğru cevaplamıştır. Bu maddeye verilen cevaplarda en sık yapılan hata ise hem içerik basamağı (69 öğretmen adayı, %27.6) hem de neden basamağında (58 öğretmen adayı, %19.6) öğretmen adaylarının "c" seçeneğini işaretlemesidir. Verilen hatalı seçenekler öğretmen adaylarının nükleer atıklar ile ilgili yanlış yorumlarda bulduklarına işaret etmektedir.

Madde 06: Dünya nüfusunun hayat boyu (ortalama olarak) en çok maruz kaldığı yapay (iyonlaştırıcı) radyasyon kaynağı aşağıdakilerden hangisidir? (\*doğru cevap)

- Tıbbi uygulamalar\*
- Tüketici ürünleri

- c) Nükleer atıklar  
d) Serpinti (Eski nükleer denemelerden kalan radyoaktivite)  
e) Meslekî radyasyon

Yukarıda verdiğim cevabın nedeni: Çünkü...

- a) insanları direkt olarak yüksek oranda radyasyona maruz bıraktığından, diğerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. \*  
b) çalışma ortamında alınan önlemlerin yetersizdir.  
c) sürekli artan nükleer atıklar tehlikeli bir seviyeye ulaşmıştır.  
d) nükleer denemeler atmosferimizi radyoaktif hale getirmiştir.  
e) insanlar tarafından her zaman kullanılır.  
Diğer (Yazınız).....

Tablo 31

Altıncı Maddeye Verilen Cevapların Dağılımı

| Sınıf    | Seçenekler | Neden aşaması |       |    |      |    |      |    |      |    |      |   |     | Toplam |      |
|----------|------------|---------------|-------|----|------|----|------|----|------|----|------|---|-----|--------|------|
|          |            | a             |       | b  |      | c  |      | d  |      | e  |      | g |     | n      | %    |
| 1. Sınıf | a          | 13            | *16.5 | 3  | 3.8  | 1  | 1.3  | 2  | 2.5  | 6  | 7.6  | - | -   | 25     | 31.6 |
|          | b          | 1             | 1.3   | 3  | 3.8  | 6  | 7.6  | 1  | 1.3  | 6  | 7.6  | - | -   | 17     | 21.5 |
|          | c          | 5             | 6.3   | 2  | 2.5  | 11 | 13.9 | 4  | 5.1  | 2  | 2.5  | 1 | 1.3 | 25     | 31.6 |
|          | d          | -             | -     | 3  | 3.8  | 1  | 1.3  | 2  | 2.5  | -  | -    | - | -   | 6      | 7.6  |
|          | e          | -             | -     | 2  | 2.5  | 3  | 3.8  | -  | -    | -  | -    | - | -   | 5      | 6.3  |
|          | g          | -             | -     | -  | -    | -  | -    | -  | -    | -  | -    | - | 1   | 1.3    | 1    |
|          | Toplam     | 19            | 24.1  | 13 | 16.5 | 22 | 27.8 | 9  | 11.4 | 14 | 17.7 | 2 | 2.5 | 79     | 100  |
| 2. Sınıf | a          | 15            | *17   | 4  | 4.5  | 2  | 2.3  | -  | -    | 5  | 5.7  | - | -   | 26     | 29.5 |
|          | b          | 5             | 5.7   | 2  | 2.3  | 1  | 1.1  | 1  | 1.1  | 8  | 9.1  | - | -   | 17     | 19.3 |
|          | c          | 5             | 5.7   | 3  | 3.4  | 15 | 17   | 3  | 3.4  | 1  | 1.1  | - | -   | 27     | 3-7  |
|          | d          | 1             | 1.1   | -  | -    | 2  | 2.3  | 3  | 3.4  | -  | -    | - | -   | 6      | 6.8  |
|          | e          | 2             | 2.3   | 7  | 8    | -  | -    | -  | -    | 3  | 3.4  | - | -   | 12     | 13.6 |
|          | Toplam     | 28            | 31.8  | 16 | 18.2 | 20 | 22.7 | 7  | 8    | 17 | 19.3 | - | -   | 88     | 100  |
| 3. Sınıf | a          | 10            | *19.2 | 3  | 5.8  | 1  | 1.9  | -  | -    | 4  | 7.7  | - | -   | 18     | 34.6 |
|          | b          | 2             | 3.8   | 2  | 3.8  | -  | -    | 1  | 1.9  | 6  | 11.5 | - | -   | 11     | 21.2 |
|          | c          | 1             | 1.9   | -  | -    | 6  | 11.5 | 3  | 5.8  | -  | -    | - | -   | 1-     | 19.2 |
|          | d          | -             | -     | 1  | 1.9  | 1  | 1.9  | 6  | 11.5 | -  | -    | - | -   | 8      | 15.4 |
|          | e          | 1             | 1.9   | 1  | 1.9  | -  | -    | -  | -    | 2  | 3.8  | - | -   | 4      | 7.7  |
|          | Toplam     | 14            | 26.9  | 7  | 13.5 | 8  | 15.4 | 10 | 19.2 | 12 | 23.1 | 1 | 1.9 | 52     | 100  |
| 4. Sınıf | a          | 8             | *25.8 | -  | -    | -  | -    | 1  | 3.2  | 3  | 9.7  | - | -   | 12     | 38.7 |
|          | b          | 1             | 3.2   | -  | -    | 1  | 3.2  | -  | -    | 5  | 16.1 | - | -   | 7      | 22.6 |
|          | c          | 1             | 3.2   | -  | -    | 6  | 19.4 | -  | -    | -  | -    | - | -   | 7      | 22.6 |
|          | d          | -             | -     | -  | -    | 1  | 3.2  | 1  | 3.2  | -  | -    | - | -   | 2      | 6.5  |
|          | e          | -             | -     | 2  | 6.5  | -  | -    | -  | -    | 1  | 3.2  | - | -   | 3      | 9.7  |
|          | Toplam     | 10            | 32.3  | 2  | 6.5  | 8  | 25.8 | 2  | 6.5  | 9  | 29   | - | -   | 31     | 100  |
| Genel    | a          | 46            | *18.4 | 10 | 4    | 4  | 1.6  | 3  | 1.2  | 18 | 7.2  | - | -   | 81     | 32.4 |
|          | b          | 9             | 3.6   | 7  | 2.8  | 8  | 3.2  | 3  | 1.2  | 25 | 10   | - | -   | 52     | 2-8  |
|          | c          | 12            | 4.8   | 5  | 2    | 38 | 15.2 | 10 | 4    | 3  | 1.2  | 1 | .4  | 69     | 27.6 |
|          | d          | 1             | .4    | 4  | 1.6  | 5  | 2    | 12 | 4.8  | -  | -    | - | -   | 22     | 8.8  |
|          | e          | 3             | 1.2   | 12 | 4.8  | 3  | 1.2  | -  | -    | 6  | 2.4  | - | -   | 24     | 9.6  |
|          | Toplam     | 71            | 28.4  | 38 | 15.2 | 58 | 23.2 | 28 | 11.2 | 52 | 20.8 | 3 | 1.2 | 250    | 100  |

\*Her iki aşamada doğru cevap

### **Madde 13**

Öğretmen adaylarının radyoaktif radon gazı ile ilgili anlayışlarının değerlendirildiği madde 13'e 4. sınıf öğretmen adaylarının 10'u (%32.3) hem içerik hem de neden basamaklarında doğru cevap vermişlerdir (Tablo 32). Böylece dördüncü sınıf öğretmen adaylarının 17. madde için diğer sınıflara göre en yüksek doğru cevaplama oranına sahip grup olduğu ortaya çıkmıştır. Öte yandan ilgili maddeye 3. sınıf öğretmen adaylarının en düşük oranda (9 öğretmen adaylığı, %17.3) doğru cevap verdiği tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının vermiş olduğu cevapların genelinde ise içerik basamağı 67 öğretmen adayı (%26.8) tarafından, neden basamağı 82 öğretmen adayı (%32.8) tarafından, her iki basamak ise 54 öğretmen adayı (%21.6) tarafından doğru cevaplandırılmıştır. Bu maddenin içerik basamağında "c" (57 öğretmen adayı, %22.8), neden basamağında ise "a" seçeneğinin (55 öğretmen adayı, %22) tercih edilmesi en sık yapılan hatalar olarak tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının verdiği cevaplar incelendiğinde, öğretmen adaylarının radyoaktif radon gazı ile ilgili hatalı fikir ve inanışlara sahip oldukları ortaya çıkmıştır.

Madde 13: Aşağıdakilerden hangisi radyoaktif radon gaz oranının yüksek olduğu bölgelerde yaşayanların alması gereken önlemlerden biri değildir?

- Yapı malzemelerinin radyoaktivitesi kontrol altında tutulmalıdır.
- Binaların zeminle birleşen yerlerindeki çatlakların izolesi yapılmalıdır.
- Yerin altındaki kanalizasyon ve su borularının çatlakları kontrol edilmeli ve yalıtım yapılmalıdır.
- Kapalı mekânların havalandırması sık sık ve iyi yapılmalıdır.
- Kapı ve pencere yalıtımları iyi olan yerlerin havalandırma süresi ve sıklığı azaltılmalı. \*

Yukarıda verdiğim cevabın nedeni: Çünkü...

- havalandırıldığında daha çok radonun içeri girmesi mümkündür.
  - radon konsantrasyonuna bir etkisi olmaz.
  - radyoaktivite ile bir alakası yoktur.
  - radon gazı havada olduğu için kanalizasyon kontrollerine gerek yoktur.
  - ev içindeki radon miktarı ve bozunma ürünleri daha hızlı artacağı için daha sık havalandırılmalı. \*
- Diğer (Yazınız).....

Tablo 32

## On Üçüncü Maddeye Verilen Cevapların Dağılımı

| Sınıf    | Seçenekler | Neden aşaması |      |      |      |      |      |      |      |      |       |     |     | Toplam |      |
|----------|------------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-----|-----|--------|------|
|          |            | a             |      | b    |      | c    |      | d    |      | e    |       | g   |     | n      | %    |
| 1. Sınıf | a          | 3             | 3.8  | 2    | 2.5  | 1    | 1.3  | 1    | 1.3  | 1    | 1.3   | -   | -   | 8      | 10.1 |
|          | b          | 3             | 3.8  | 7    | 8.9  | 1    | 1.3  | -    | -    | 4    | 5.1   | -   | -   | 15     | 19   |
|          | c          | 1             | 1.3  | 5    | 6.3  | 2    | 2.5  | 11   | 13.9 | 1    | 1.3   | -   | -   | 20     | 25.3 |
|          | d          | 7             | 8.9  | 2    | 2.5  | 1    | 1.3  | 1    | 1.3  | 1    | 1.3   | -   | -   | 12     | 15.2 |
|          | e          | 2             | 2.5  | 1    | 1.3  | -    | -    | -    | -    | 18   | *22.8 | -   | -   | 21     | 26.6 |
|          | g          | -             | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | 3   | 3.8 | 3      | 3.8  |
|          | Toplam     | 16            | 20.3 | 17   | 21.5 | 5    | 6.3  | 13   | 16.5 | 25   | 31.6  | 3   | 3.8 | 79     | 100  |
| 2. Sınıf | a          | 7             | 8    | 2    | 2.3  | 2    | 2.3  | -    | -    | 3    | 3.4   | -   | -   | 14     | 15.9 |
|          | b          | 1             | 1.1  | 6    | 6.8  | 1    | 1.1  | 3    | 3.4  | 1    | 1.1   | -   | -   | 12     | 13.6 |
|          | c          | 1             | 1.1  | 1    | 1.1  | 7    | 8    | 5    | 5.7  | 3    | 3.4   | -   | -   | 17     | 19.3 |
|          | d          | 7             | 8    | -    | -    | 1    | 1.1  | 6    | 6.8  | 3    | 3.4   | -   | -   | 17     | 19.3 |
|          | e          | 4             | 4.5  | 2    | 2.3  | -    | -    | 1    | 1.1  | 17   | *19.3 | -   | -   | 24     | 27.3 |
|          | g          | -             | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | 4   | 4.5 | 4      | 4.5  |
|          | Toplam     | 20            | 22.7 | 11   | 12.5 | 11   | 12.5 | 15   | 17   | 27   | 30.7  | 4   | 4.5 | 88     | 100  |
| 3. Sınıf | a          | 2             | 3.8  | 3    | 5.8  | 1    | 1.9  | 1    | 1.9  | 1    | 1.9   | -   | -   | 8      | 15.4 |
|          | b          | 2             | 3.8  | 2    | 3.8  | 1    | 1.9  | 1    | 1.9  | -    | -     | -   | -   | 6      | 11.5 |
|          | c          | -             | -    | 3    | 5.8  | 6    | 11.5 | 5    | 9.6  | 1    | 1.9   | -   | -   | 15     | 28.8 |
|          | d          | 6             | 11.5 | -    | -    | -    | -    | 1    | 1.9  | 4    | 7.7   | -   | -   | 11     | 21.2 |
|          | e          | 2             | 3.8  | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 9    | *17.3 | -   | -   | 11     | 21.2 |
|          | g          | -             | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | 1   | 1.9 | 1      | 1.9  |
|          | Toplam     | 12            | 23.1 | 8    | 15.4 | 8    | 15.4 | 8    | 15.4 | 15   | 28.8  | 1   | 1.9 | 52     | 100  |
| 4. Sınıf | a          | 1             | 3.2  | 1    | 3.2  | 2    | 6.5  | -    | -    | 1    | 3.2   | -   | -   | 5      | 16.1 |
|          | b          | 1             | 3.2  | -    | -    | 1    | 3.2  | -    | -    | 2    | 6.5   | -   | -   | 4      | 12.9 |
|          | c          | -             | -    | 1    | 3.2  | 2    | 6.5  | 1    | 3.2  | 1    | 3.2   | -   | -   | 5      | 16.1 |
|          | d          | 5             | 16.1 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 1    | 3.2   | -   | -   | 6      | 19.4 |
|          | e          | -             | -    | 1    | 3.2  | -    | -    | -    | -    | 10   | *32.3 | -   | -   | 11     | 35.5 |
|          | Toplam     | 7             | 22.6 | 3    | 9.7  | 5    | 16.1 | 1    | 3.2  | 15   | 48.4  | -   | -   | 31     | 12.4 |
| Genel    | a          | 13            | 5.2  | 8    | 3.2  | 6    | 2.4  | 2    | .8   | 6    | 2.4   | -   | -   | 35     | 14   |
|          | b          | 7             | 2.8  | 15   | 6    | 4    | 1.6  | 4    | 1.6  | 7    | 2.8   | -   | -   | 37     | 14.8 |
|          | c          | 2             | .8   | 10   | 4    | 17   | 6.8  | 22   | 8.8  | 6    | 2.4   | -   | -   | 57     | 22.8 |
|          | d          | 25            | 10   | 2    | .8   | 2    | .8   | 8    | 3.2  | 9    | 3.6   | -   | -   | 46     | 18.4 |
|          | e          | 8             | 3.2  | 4    | 1.6  | -    | -    | 1    | .4   | 54   | *21.6 | -   | -   | 67     | 26.8 |
|          | g          | -             | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | 8   | 3.2 | 8      | 3.2  |
| Toplam   | 55         | 22            | 39   | 15.6 | 29   | 11.6 | 37   | 14.8 | 82   | 32.8 | 8     | 3.2 | 250 | 100    |      |

\*Her iki aşamada doğru cevap

**GHNKTT'nden Elde Edilen Kavram Yanılgıları**

Günlük hayatta nükleer konusuna yönelik geliştirilen tanı testinin birinci ve ikinci basamaklarından ortaya çıkan öğretmen adayların sahip oldukları kavram yanılgıları tablo 33 ve tablo 34'te gösterilmiştir. Tablolara tespit edilen kavram yanılgılarından sınıf öğretmeni adaylarının arasında bulunma yüzdeleri 10'un üstünde olanlar alınmıştır.



Tablo 33

*Maddelerin Birinci Basamaklarında Tespit Edilen Kavram Yanılgıları*

| Faktör ve Kavramlar                            | Maddelerin içerik basamaklarından tespit edilen kavram yanılgıları   | Yüzde (%)            |      |
|--|--|----------------------|------|
| <b><i>Nükleer radyasyon etkileşimler</i></b>   |  |                      |      |
| Radyoaktif partiküller                         | “Limonlar çok yüksek seviyede nükleer ışımaya maruz kalmıştır.”  | 24.8                 |      |
|  | “DNA'daki tahribat radyoaktivitenin artmasına sebep olmuştur.”   | 18.4                 |      |
| Radyoaktivite                                  | “Bulutlarının taşıdığı zehirli parçacıklar yağmurla limonlara geçmiştir.”                                  | 10.8                 |      |
|  | “Radyasyon topraktan limon ağaçlarına geçmiştir.”  | 10.0                 |      |
|  | “Detektöre mümkün olan en uzak noktada çalışması”  | 20.8                 |      |
|  | “Detektörlerin bulunduğu odalarda daha az zaman geçirmesi”   | 16.8                 |      |
|  | “Radyasyondan koruyucu elbiseler giymesi”  | 13.2                 |      |
| İyonlaştırıcı radyasyon ve kanser              | “Detektörün alfa ( $\alpha$ ) radyasyonunu kesebilecek bölmeler içinde çalışması”                          | 10.8                 |      |
|  | “Maruz kalınan nükleer radyasyon dozu ile buna bağlı kanser riski doğru orantılıdır.”                      | 15.6                 |      |
|  | “Kanser tedavisinde iyonlaştırıcı radyasyon kanserli hücreleri öldürmek için kullanılır.”                  | 15.6                 |      |
| <b><i>Nükleer radyasyon ve terminoloji</i></b> | “Radyasyonun sebep olduğu kanseri, başka bir etmenin sebep olduğu kanserden ayırt etmek mümkündür.”        | 25.2                 |      |
|  | Radyoaktiflik  | 33.6                 |      |
|  | İyonlaştırıcı radyasyon  | “Radyoaktif kayalar” | 10.8 |
|  |  | “Radyoaktif izotop”  | 10.0 |
| “Radyoaktif element”                           |  | 10.0                 |      |
| “Radyoaktif serpinti”                          |  | 10.0                 |      |
| Zırhlanma                                      | “Gama ( $\gamma$ ) radyasyonu”   | 31.2                 |      |
|  | “Alfa ( $\alpha$ ) radyasyonu”   | 20.4                 |      |
|  | “Radyo dalgaları”  | 17.2                 |      |
| Tarih öncesi radyoaktivite ve işaretleme       | “Kurşun”   | 25.2                 |      |
|  | “Çelik”  | 18.0                 |      |
|  | “Beton”  | 11.6                 |      |
|  | “Alüminyum”  | 10.4                 |      |
|  | “İyonlaştırıcı radyasyonun görüntülenebilme özelliği birçok alanda başarılı bir şekilde kullanılmaktadır.” | 24.8                 |      |
| Radyoaktivite                                  | “Nükleer testler doğal (arka plan) radyasyon dozunun yükselmesine sebep olmuştur.”                         | 20.4                 |      |
|  | “Arkeolojide radyoizotoplardan faydalanılarak tarihi eserlerin yaş hesapları yapılabilmektedir.”           | 15.6                 |      |
|  | “Radyoizotoplarla işaretleme yapılarak birçok sistemin işleyişi gözlenebilmektedir.”                       | 14.4                 |      |
|  | “Toz halindeki radyoaktivitesi artmıştır.”   | 27.6                 |      |
| <b><i>Doğal radyasyon</i></b>                  | “Toz halindeki daha çabuk tükenir.”  | 17.6                 |      |
|  | “Toz halindeki daha çok ışınım yapar.”   | 16.0                 |      |
|  | “Toz halindeki daha güçlü ışınlar yayar.”  | 14.4                 |      |
|  | Doğal Radyasyon kaynakları   | 34.8                 |      |
| İyonlaştırıcı Radyasyonun biyolojik etkileri   | “Yiyecekler”   | 34.8                 |      |
|  | “Kişinin yaşına”   | 48.4                 |      |
| <b><i>Radyoaktif kirlilik ve sigara</i></b>    | “Vücudun ışınlanan kısmına”  | 12.0                 |      |
|  | Radyoaktif kirliliğe karşı önlemler  | 23.2                 |      |
| İyonlaştırıcı radyasyon dozu                   | “Yememek kaydıyla endüstride başka alanlarda hammadde olarak kullanılabilir.”                              | 23.2                 |      |
|  | “Tarlada bırakılmalıdır.”  | 11.2                 |      |
|  | “Çöpe atılmalıdır.”  | 11.2                 |      |
|  | “Sigara, kullanıcılarını röntgenden daha fazla radyasyona maruz bırakabilir.”                              | 35.2                 |      |
|  | “Sigara kimyasal zehirliliği olan bir tüketici ürünüdür.”  | 12.8                 |      |
|  | “Tütün bazı radyoaktif elementleri topraktan alır.”  | 10.4                 |      |

Tablo 33'ün devamı

| Faktör ve Kavramlar                | Maddelerin içerik basamaklarından tespit edilen kavram yanılgıları                                    | Yüzde (%) |
|------------------------------------|---|-----------|
| <b>Nükleer enerji ve tıp</b>       |   |           |
| Doğal radyasyonun bileşenleri      | “Kozmik ışınlar”  | 28.0      |
|                                    | “Güneş”   | 19.2      |
|                                    | “Yerküre”   | 13.6      |
|                                    | “Vücudumuz”   | 12.8      |
| Nükleer santraller                 | “Nükleer güç santrallerinde su buharı üretmek için gerekli olan ısı nükleer yakıttan sağlanır.”       | 22.0      |
|                                    | “Bir ülkede atom bombası yapılabilmesi için nükleer santralin bulunması yeterli değildir.”            | 20.8      |
|                                    | “Nükleer güç santrallerinin çoğunda elektrik, türbin jeneratörlerinin döndürülmesiyle elde edilir.”   | 13.6      |
|                                    | “Nükleer güç santrallerde üretilen radyoizotoplar farklı alanlarda kullanılır.”                       | 12.4      |
| Radyoaktif partiküller             | “İlk hafta kullandıktan sonra tuvalet kâğıdını tuvalete atılmalı.”                                    | 25.6      |
|                                    | “İlk hafta ayrı yüz ve banyo havlusu kullanılmalı.”   | 15.2      |
|                                    | “İlk hafta tuvaletten sonra tuvalet bol su dökerek yıkanmalı.”  | 12.4      |
|                                    | “İlk hafta hastanın çamaşırları ailesininkinden ayrı yıkanmalı.”                                      | 10.4      |
| <b>Yapay radyasyon ve radon</b>    |   |           |
| İyonlaştırıcı radyasyon kaynakları | “Nükleer atıklar”   | 27.6      |
|                                    | “Tüketici ürünleri”   | 20.8      |
| Doğal radyasyondan korunma         | “Yerin altındaki kanalizasyon ve su borularının çatlakları kontrol edilmeli ve yalıtım yapılmalıdır.” | 22.8      |
|                                    | “Kapalı mekânların havalandırması sık sık ve iyi yapılmalıdır.”                                       | 18.4      |
|                                    | “Binaların zeminle birleşen yerlerindeki çatlakların izolesi yapılmalıdır.”                           | 14.8      |
|                                    | “Yapı malzemelerinin radyoaktivitesi kontrol altında tutulmalıdır.”                                   | 14.0      |

Tablo 34

*Maddelerin İkinci Basamaklarında Tespit Edilen Kavram Yanılgıları*

| Faktör ve Kavramlar                     | Maddelerin “neden” basamaklarından tespit edilen kavram yanılgıları                | Yüzde (%) |
|---|--|-----------|
| <b>Nükleer radyasyon etkileşimler</b>   |  |           |
| Radyoaktif partiküller                  | “radyasyon limon ağaçlarının DNA’sını bozmuştur.”                                  | 26.4      |
|   | “radyasyona maruz kalan nesnelere radyoaktif olurlar.”                             | 20.8      |
|   | “topraktaki radyasyon ağaçlar tarafından emilebilir.”                              | 14.0      |
|   | “nükleer kazalarda radyasyon yüklü bulutlar oluşur.”                               | 13.2      |
| Radyoaktivite                           | “ışınlar en uzak yerlere kadar ulaşabilir.”  | 22.4      |
|   | “süre kısalmıca zarar azalmayacaktır.”   | 14.0      |
|   | “alfa ( $\alpha$ ) radyasyonu maddeden kolaylıkla geçer.”                          | 12.8      |
|   | “alfa ( $\alpha$ ) radyasyonu madde ile etkileşime girmez.”                        | 12.4      |
| İyonlaştırıcı radyasyon ve kanser       | “tıp çok ilerlediğinden kanserin sebepleri rahatlıkla tespit edilebilmektedir.”    | 27.2      |
|   | “iyonlaştırıcı radyasyon normal hücreleri de öldürdüğü için tedavide kullanılmaz.” | 16.8      |
|   | “radyasyonun her dozu aynı oranda kanser riski taşır.”                             | 12.4      |
| <b>Nükleer radyasyon ve terminoloji</b> |  |           |
| Radyoaktiflik                           | “kayalarda radyoaktiviteye rastlanmaz.”  | 23.6      |
|   | “doğadaki elementler değil, yapay elementler radyoaktiftir.”                       | 16.4      |
|   | “bütün elementlerin izotopları kararlıdır.”  | 14.0      |

Tablo 34'ün devamı

| Faktör ve Kavramlar                                     | Maddelerin "neden" basamaklarından tespit edilen kavram yanlışlıkları       | Yüzde (%)  |      |
|---|---|--|------|
| İyonlaştırıcı radyasyon                                 | "çok yüksek enerjili ve parçacık yapılı bir radyasyon çeşididir."           | 24.0   |      |
|   | "her çeşit radyasyon DNA ve hücre yapısına zarar verir."                    | 22.4   |      |
|   | "en çok maruz kaldığımız radyasyon çeşididir."                              | 16.8   |      |
|   | "maddeye nüfus edebilme özelliği diğerlerinden daha yüksektir."             | 12.4   |      |
| Zırhlama  | "diğerlerinden daha sağlam bir malzemedir."                                 | 24.4   |      |
|   | "ısıya ve kırılmalara karşı diğerlerinden daha dayanıklıdır."               | 22.8   |      |
|   | "parlak yüzeyiyle radyasyonu yansıtabilir."                                 | 17.2   |      |
| Tarih öncesi radyoaktivite                              | "yaş hesapları moleküllerin yıpranmasına bakılarak yapılır."                | 19.6   |      |
|   | "nükleer testler yapıldıkları yerlerde etkisini sürdürmektedir."            | 18.4   |      |
|   | "zararlı olduklarından tıp alanı dışında kullanılmaz."                      | 18.4   |      |
|   | "işaretlemede radyoizotoplar kullanılmaz."                                  | 13.2   |      |
| Radyoaktivite   | "küçük parçacıklardan daha çok enerji elde edilir."                         | 26.4   |      |
|   | "yüzey alanındaki artış radyoaktiviteyi artırır."                           | 25.2   |      |
|   | "yarılanma ömrü kısalmıştır."   | 13.2   |      |
|   | "kimyasal özellikleri değişmiştir."   | 11.2   |      |
| <b>Doğal radyasyon</b>                                  |   |  |      |
| Doğal Radyoaktif elementler                             | "yiyeceklerde radyasyona rastlanmaz."                                       | 32.4   |      |
| İyonlaştırıcı Radyasyonun biyolojik etkileri            | "her yaşta insan radyasyondan aynı oranda zarar görür."                     | 45.6   |      |
|   | "her çeşit radyasyon DNA ve hücre yapısına aynı zararı verir."              | 13.6   |      |
|   | "vücudun bütün kısımları aynı oranda etkilenir."                            | 11.6   |      |
| <b>Radyoaktif kirlilik ve sigara</b>                    |   |  |      |
| Radyoaktif kirliliğe karşı önlemler                     | "endüstrideki kimyasal işlemler ile radyoaktiflik azalacaktır."             | 24.0   |      |
| İyonlaştırıcı radyasyon dozu                            | "tarlada çürümeye bırakılması yayılmasını engelleyecektir."                 | 16.4   |      |
|   | "çöpe atıldığında insanlardan uzakta olacaktır."                            | 13.2   |      |
|   | "bu kadar fazla radyasyon yayamaz."   | 30.4   |      |
|   | "toprakta radyasyon bulunmaz."  | 12.8   |      |
| <b>Nükleer enerji ve tıp</b>                            | "kanserinin sebepleri arasında sigara yoktur."                              | 10.0   |      |
|   | Doğal radyasyonun bileşenleri   | "güneşten daha çok zararlı ışın gelir."                            | 23.2 |
|   | Nükleer santraller  | "sürekli dâhili ışınlanmaya sebep olur."                           | 20.4 |
|   |   | "atmosferde etkileşime girmeden yeryüzüne ulaşırlar."              | 19.2 |
| "nükleer güç santrallerinde atom bombası üretilebilir." |   | 19.2   |      |
| Radyoaktif partiküller                                  | "nükleer güç santrallerinde su buharına gerek yoktur."                      | 18.0   |      |
|   | "elektriği nükleer reaksiyonlar üretir."                                    | 17.2   |      |
|   | "çok radyoaktif olduğu için kullanılmaz."                                   | 16.8   |      |
|   | "radyasyon parçacıklarının boşaltım sistemiyle atılması mümkün değildir."   | 18.4   |      |
| <b>Yapay radyasyon ve radon</b>                         | "radyasyon deri yoluyla vücut dışına atılamaz."                             | 17.2   |      |
|   | "giysilerimizden radyasyon bulaşmaz."                                       | 17.2   |      |
|   | "çöp kutusu kullanılmış tuvalet kâğıtlarından yayılan radyasyonu engeller." | 15.2   |      |
|   | İyonlaştırıcı radyasyon kaynakları  | "sürekli artan nükleer atıklar tehlikeli bir seviyeye ulaşmıştır." | 25.2 |
| Doğal radyasyondan korunma                              | "insanlar tarafından her zaman kullanılır."                                 | 20.8   |      |
|   | "çalışma ortamında alınan önlemlerin yetersizdir."                          | 15.2   |      |
|   | "nükleer denemeler atmosferimizi radyoaktif hale getirmiştir."              | 11.2   |      |
|   | "havalandırıldığında daha çok radonun içeri girmesi mümkündür."             | 22.0   |      |
|   | "radon konsantrasyonuna bir etkisi olmaz."                                  | 15.6   |      |
|   | "radon gazı havada olduğu için kanalizasyon kontrollerine gerek yoktur."    | 14.8   |      |
|   | "radyoaktivite ile bir alakası yoktur."                                     | 11.6   |      |

Ayrıca öğretmen adaylarının her bir basamakta ki doğru yanıt yüzdeleri ve üçüncü basamakta ortaya çıkan emin olma derecesi (ED) tablo 35’te sunulmuştur. Tablo 35’teki emin olma derecesi değerleri incelendiğinde sınıf öğretmeni adaylarının çoğunun verdikleri cevaplardan emin olmadıkları görülmektedir.

Tablo 35

*Sınıf Öğretmeni Adaylarının GHNKTT Genel Yüzde Oranları*

| Faktör                           | Madde no | Doğru yanıt oranı (%) |         |               | Emin olma derecesi (%) |              |        |            |
|----------------------------------|----------|-----------------------|---------|---------------|------------------------|--------------|--------|------------|
|                                  |          | 1.aşama               | 2.aşama | Her iki aşama | Tahmin ettim           | Emin değilim | Eminim | Çok eminim |
| Nükleer radyasyon etkileşimleri  | 1        | 33.6                  | 22.8    | 13.2          | 38,4                   | 14,4         | 34,0   | 13,2       |
|                                  | 2        | 33.6                  | 35.2    | 24.4          | 53,0                   | 33,2         | 10,9   | 2,8        |
|                                  | 3        | 31.6                  | 32.0    | 13.2          | 49,4                   | 22,9         | 21,7   | 6,0        |
| Nükleer radyasyon ve terminoloji | 4        | 34.4                  | 37.2    | 32.0          | 50,6                   | 37,1         | 9,4    | 2,9        |
|                                  | 5        | 22.4                  | 22.0    | 16.4          | 53,4                   | 31,6         | 11,7   | 3,2        |
|                                  | 6        | 34.0                  | 24.8    | 18.0          | 61,5                   | 24,3         | 10,5   | 3,6        |
|                                  | 7        | 22.8                  | 28.0    | 14.8          | 52,0                   | 35,0         | 11,0   | 2,0        |
|                                  | 8        | 22.4                  | 20.4    | 8.8           | 53,0                   | 27,5         | 14,2   | 5,3        |
| Yapay radyasyon                  | 9        | 56.0                  | 53.6    | 53.2          | 53,7                   | 35,2         | 8,2    | 2,9        |
|                                  | 10       | 23.6                  | 24.0    | 20.8          | 50,6                   | 38,8         | 8,2    | 2,4        |
| Radyoaktif kirlilik ve sigara    | 11       | 44                    | 39.6    | 32.0          | 52,2                   | 33,5         | 9,4    | 4,9        |
|                                  | 12       | 35.2                  | 22.0    | 4.0           | 57,7                   | 24,8         | 14,2   | 3,3        |
| Nükleer enerji ve tıp            | 13       | 24.8                  | 28.8    | 15.2          | 55,4                   | 30,2         | 11,6   | 2,9        |
|                                  | 14       | 29.2                  | 26.0    | 18.8          | 54,7                   | 32,9         | 9,5    | 2,9        |
|                                  | 15       | 33.6                  | 28.8    | 19.6          | 51,9                   | 23,9         | 21,4   | 2,9        |
| Doğal radyasyon                  | 16       | 32.4                  | 28.4    | 18.4          | 52,3                   | 35,0         | 11,1   | 1,6        |
|                                  | 17       | 26.8                  | 32.8    | 21.6          | 51,6                   | 28,7         | 17,6   | 2,0        |

### Cinsiyet Değişkenine Yönelik Bulgular

GHNKTT’nden elde edilen veriler kestirimsel istatistiksel analizlerle incelenmiştir. Bu amaçla istatistik paket programlarından yararlanılmıştır. Kestirimsel analizler, örneklemden elde edilen verilerle hatasız anlamlar ve sonuçlar çıkarmaya yardımcı olan prosedürlerdir (Heiman, 2014). Fakat bu prosedürlerden hangilerinin nasıl uygulanacağı verilerin belli başlı bazı özellikleri taşımaya bağlı olarak değişmektedir (Can, 2013).

Öğrencilerin GHNKTT toplam puanları yapısı itibariyle sürekli değişken ve aralık ölçeğinde elde edilmiş veriler olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca verilerin normal dağılım göstermesi, hangi kestirimsel testin uygulanması gerektiği ile ilgili olarak büyük bir öneme sahiptir. (Field, 2013; Heiman, 2014).

Literatürde verilerin normalliği betimsel istatistikler (çarpıklık katsayısı, mod, ortanca, aritmetik ortalama) kullanılarak, grafikler incelenerek veya z

çarpıklık değerlerinin hesaplandığı bazı testlerden istifade edilerek yapılmaktadır (Baykul ve Güzeller, 2013; Büyüköztürk, 2012; Field, 2013; Heiman, 2014). Field (2013) sayıca büyük örneklerde dahil olmak üzere çarpıklık katsayısı ve grafik incelenmesinin normal dağılım kontrolü için en iyi gösterge olduğunu belirtmiştir. Büyüköztürk (2012) çarpıklık katsayısının 1 ile -1 arasında bulunmasını puanların “normalden aşırı sapma göstermemesi” olarak ifade etmiştir. Ayrıca z çarpıklık değerinin mutlak değerce 1.96’dan küçük olması .05 anlamlılık düzeyinde, 2.58 den küçük olması .01 anlamlılık düzeyinde ve 3.2’den küçük olması ise .001 anlamlılık düzeyinde dağılımının normal olduğuna işaret etmektedir (Büyüköztürk, 2012; Field, 2013).

Tablo 36

*Sınıf Öğretmeni Adaylarının Erkek ve Kız Gruplarının Çarpıklık Katsayısı, Standart Hatası ve Z Çarpıklık Değeri*

| Cinsiyet | ÇK   | SH <sub>ç</sub> | z <sub>ç</sub> ( ÇK/SH <sub>ç</sub>  ) |
|----------|------|-----------------|--|
| Kız      | .179 | .173            | 1.034 (<1.96)                          |
| Erkek    | .176 | .327            | .538 (<1.96)                           |

Tablo 36’da verilen değerler incelendiğinde, sınıf öğretmeni adayları kız ve erkek gruplarından elde edilen puanların çarpıklık katsayısı değerleri 1 ile -1 arasında, z çarpıklık katsayısının da 1.96’dan küçük olduğu göze çarpmaktadır. Bu değerlerden sınıf öğretmeni adayları kız ve erkek gruplarının GHNKTT toplam puanlarının normal dağılım gösterdikleri anlaşılmaktadır ve bu durumda grupların GHNKTT puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığının belirlenebilmesi için bağımsız t-testi yapılabilir. GHNKTT puanlarına yönelik olarak yapılan bağımsız t-testi bulguları Tablo 37’de verilmiştir.

Tablo 37

*GHNKTT nin Puanlarının Cinsiyete Göre Bağımsız T-Tesi Sonuçları*

| Cinsiyet | N   | $\bar{X}$ | ss  | sd  | t    | p    |
|----------|-----|-----------|-----|-----|------|------|
| Kız      | 197 | 10.4      | 5.0 | 248 | .685 | .494 |
| Erkek    | 53  | 10.9      | 5.1 |     |      |      |

Sınıf öğretmeni adaylarının günlük hayatta nükleer konusunda (GHNK) kavramsal anlayışlarının cinsiyete bağlı olarak bir farklılaşma gösterip göstermediğini ortaya koymak için yapılan bağımsız t-testinde, bayan öğrencilerin GHNKTT puan ortalaması ( $\bar{X}_{\text{Bayan}} = 10.4$ ) ile erkek öğrencilerin GHNKTT puan ortalaması ( $\bar{X}_{\text{Erkek}} = 10.9$ ) arasında anlamlı bir fark görülmemiştir [ $t_{(248)} = .685$ ,  $p > .05$ ]. Bu durumda cinsiyetin GHNK kavramsal anlayışının üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı söylenebilir.

### **GHNK Bilgi Kaynağı Değişkenine Göre Bulgular**

GHNKTT'nin betimsel sorularına verdikleri cevaplardan sınıf öğretmeni adaylarının GHNK ile ilgili bilgilerini eğitim-öğretim ve kitle iletişim araçları olmak üzere iki farklı kaynaktan edindikleri anlaşılmaktadır. Ayrıca bazı öğretmen adayları her iki kaynaktan da yararlandıklarını belirtmişlerdir. Tablo 38 incelendiğinde bu üç grubun GHNKTT'den elde ettikleri toplam puanların normal dağılım gösterdiği görülmektedir.

Tablo 38

*Sınıf Öğretmeni Adaylarının GHNK Bilgi Kaynaklarına Göre Çarpıklık Katsayısı, Standart Hatası ve Z Çarpıklık Değeri*

| GHNK bilgi kaynağı | N   | $\bar{X}$ | ÇK    | SH <sub>ç</sub> | $z_{\text{ç}} ( \text{ÇK}/\text{SH}_{\text{ç}} )$ |
|--------------------|-----|-----------|-------|-----------------|---|
| Eğitim-öğretim     | 76  | 10.71     | .245  | .276            | .887 (<1.96)                                      |
| Kitle iletişim     | 73  | 9.86      | .338  | .281            | 1.202 (<1.96)                                     |
| Her ikisi          | 101 | 10.72     | -0.18 | .240            | .750 (<1.96)                                      |

Sınıf öğretmeni adaylarının GHNK hakkındaki bilgilerini edindikleri kaynaklara (eğitim-öğretim, kitle iletişim araçları ve her ikisi) göre GHNK kavramsal anlayışları arasında anlamlı bir farkın bulunup bulunmadığını sınamak için ilişkisiz örneklem için tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Tablo 39 incelendiğinde, öğretmen adaylarının GHNK ile ilgili bilgilerini edindikleri kaynaklara göre GHNK kavramsal anlayışlarında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı göze çarpmaktadır [ $F_{(2, 247)} = .751$ ,  $p > .05$ ]. Bu bulgu sınıf öğretmen adaylarının GHNK ile ilgili bilgilerini edindikleri kaynakların GHNK kavramsal anlayışları üzerinde etkili bir değişken olmadığını göstermektedir.

Tablo 39

*GHNKTT Puanlarının Nükleer Kimya Konusu Bilgi Kaynaklarına Göre Tek Yönlü ANOVA Bulguları*

| Varyansın Kaynağı | Kareler Toplamı | sd  | Kareler Ortalaması | F    | p    | Anlamlı fark |
|-------------------|-----------------|-----|--------------------|------|------|--------------|
| Gruplararası      | 37.745          | 2   | 18.872             | .751 | .473 | yok          |
| Gruplarıçi        | 6208.499        | 247 | 25.136             |      |      |              |
| Toplam            | 6246.244        | 249 |                    |      |      |              |

### Sınıf Değişkenine Yönelik Bulgular

Sınıf öğretmeni adaylarının GHNKTT toplam puanları sınıf değişkenine göre incelendiğinde 4 grubun ortaya çıktığı görülmektedir (Tablo 40).

Tablo 40

*Sınıf Öğretmeni Adaylarının Bölümlerinde Buldukları Yıllara Göre Çarpıklık Katsayısı, Standart Hatası ve Z Çarpıklık Değeri*

| Sınıf   | N  | $\bar{X}$ | ÇK     | SH <sub>ç</sub> | $z_{ç}$ ( $ ÇK/SH_{ç} $ ) |
|---------|----|-----------|--------|-----------------|---------------------------|
| 1.Sınıf | 79 | 10.66     | -0.37  | .271            | 1.365 1.96)               |
| 2.Sınıf | 88 | 8.81      | .442   | .257            | 1.719 (<1.96)             |
| 3.Sınıf | 52 | 10.40     | .390   | .330            | 1.181 (<1.96)             |
| 4.Sınıf | 31 | 14.81     | -0.458 | .421            | 1.087 (<1.96)             |

Tablo 40'ta verilen değerler incelendiğinde, sınıf öğretmeni adaylarının sınıf değişkenine göre oluşturulmuş gruplarından elde edilen puanlarının çarpıklık katsayısı değerleri 1 ile -1 arasında, z çarpıklık katsayısının da 1.96'dan küçük olduğu göze çarpmaktadır. Bulunan bu değerler grupların kendi içlerinde normal dağılıma sahip olduklarına işaret etmektedir.

Tablo 41

*GHNKTT Puanlarının Sınıf Değişkenine Göre ANOVA Sonuçları*

| Varyansın Kaynağı | Kareler Toplamı | sd  | Kareler Ortalaması | F      | p    | Anlamlı fark    |
|-------------------|-----------------|-----|--------------------|--------|------|-----------------|
| Gruplar arası     | 829.398         | 3   | 276.466            | 12.555 | .000 | 1.sınıf-4.sınıf |
| Gruplar içi       | 5416.846        | 246 | 22.020             |        |      | 2.sınıf-4.sınıf |
| Toplam            | 6246.244        | 249 |                    |        |      | 3.sınıf-4.sınıf |

Sınıf öğretmeni adaylarının sınıf değişkenine göre GHNK kavramsal anlayışları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın varlığı tek yönlü

varyans analizi ile incelenmiştir. Tek yönlü ANOVA (Tablo 41) bulgularına göre birinci sınıf öğretmen adaylarının ortalaması ( $\bar{X}_{1.sınıf} = 10.66$ ), ikinci sınıf öğretmen adaylarının ortalaması ( $\bar{X}_{2.sınıf} = 8.81$ ), üçüncü sınıf öğretmen adaylarının ortalaması ( $\bar{X}_{3.sınıf} = 10.40$ ) ve dördüncü sınıf öğretmen adaylarının ortalamasının ( $\bar{X}_{4.sınıf} = 14.81$ ) en az ikisi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmiştir [ $F_{(3, 246)} = 12.555, p < .05$ ]. Hangi gruplar arasında anlamlı bir farkın bulunduğunu tespit edebilmek için çoklu karşılaştırma testine başvurulmuştur. Yapılan Bonferroni çoklu karşılaştırma testi sonucunda, anlamlı farkın 4. sınıf ile 1. sınıf, 4. sınıf ile 2. sınıf ve 4. sınıf ile 3. sınıf arasında olduğu görülmüştür. Etki büyüklüğü ( $\eta^2 = \text{Gruplar arası} / \text{Gruplar içi}$ ) ise  $\eta^2$  (eta kare) = .132 olarak hesaplanmıştır ki bunun öğretmen adaylarının GHNK kavramsal anlayışları ile bölümlerinde buldukları yıl arasında orta düzeyde bir ilişkinin varlığına işaret ettiği tespit edilmiştir (Green ve Salkin, 2005).

### **GHNKTT'nin Üçüncü Aşamasına Yönelik Bulgular**

Tablo 42

*GHNKTT'nin Soru Bazında Sınıf Değişkenine Göre ED Ortalama ve Standart Sapma Değerleri*

| Madde no | 1.Sınıf | ss   | 2.Sınıf | ss   | 3.Sınıf | ss   | 4.Sınıf | ss   |
|----------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|
| 1        | 2.22    | 1.07 | 2.09    | 1.06 | 2.31    | 1.21 | 2.45    | 1.09 |
| 2        | 1.55    | .71  | 1.71    | .85  | 1.63    | .82  | 1.65    | .75  |
| 3        | 1.83    | .96  | 1.86    | .97  | 1.73    | .99  | 2.00    | .93  |
| 4        | 1.58    | .75  | 1.70    | .83  | 1.62    | .78  | 1.71    | .64  |
| 5        | 1.57    | .82  | 1.69    | .83  | 1.67    | .83  | 1.68    | .75  |
| 6        | 1.64    | .84  | 1.59    | .88  | 1.49    | .70  | 1.42    | .81  |
| 7        | 1.63    | .72  | 1.67    | .82  | 1.60    | .73  | 1.58    | .76  |
| 8        | 1.78    | .89  | 1.79    | .97  | 1.59    | .73  | 1.55    | .96  |
| 9        | 1.57    | .80  | 1.60    | .69  | 1.72    | .83  | 1.48    | .72  |
| 10       | 1.58    | .69  | 1.73    | .83  | 1.51    | .67  | 1.61    | .67  |
| 11       | 1.57    | .73  | 1.74    | .96  | 1.71    | .88  | 1.65    | .66  |
| 12       | 1.68    | .83  | 1.56    | .83  | 1.67    | .89  | 1.65    | .88  |
| 13       | 1.55    | .68  | 1.78    | .94  | 1.65    | .82  | 1.32    | .48  |
| 14       | 1.63    | .81  | 1.64    | .83  | 1.55    | .70  | 1.55    | .68  |
| 15       | 1.81    | .94  | 1.70    | .82  | 1.88    | .95  | 1.55    | .81  |
| 16       | 1.59    | .78  | 1.69    | .76  | 1.65    | .74  | 1.48    | .63  |
| 17       | 1.65    | .80  | 1.67    | .83  | 1.98    | .93  | 1.45    | .62  |
| Toplam   | 1.67    | .83  | 1.72    | .87  | 1.72    | .86  | 1.63    | .80  |



Öğretmen adaylarının konu hakkında sahip olduğu yanlış fikirlerin kavram yanlışlarından mı yoksa bilgi eksikliğinden mi kaynaklandığını tespit etmek için GHNKTT ne ED üçüncü bir aşama olarak eklenmişti. Tablo 42 ve 43'te maddeleri doğru ve yanlış cevaplayan sınıf öğretmeni adaylarının ED ortalama değerleri sınıf ve madde bazında verilmiştir. ED basamağında toplanan veriler güvenilirlik analizine tabi tutulduğunda Cronbach alfa .821 olarak bulunmuştur. Bu değer GHNKTT nin üçüncü basamağı için yüksek bir güvenilirliğe sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Crocker ve Algina, 2008; Cronbach, 1951; Garson, 2012; Grau, 2007).

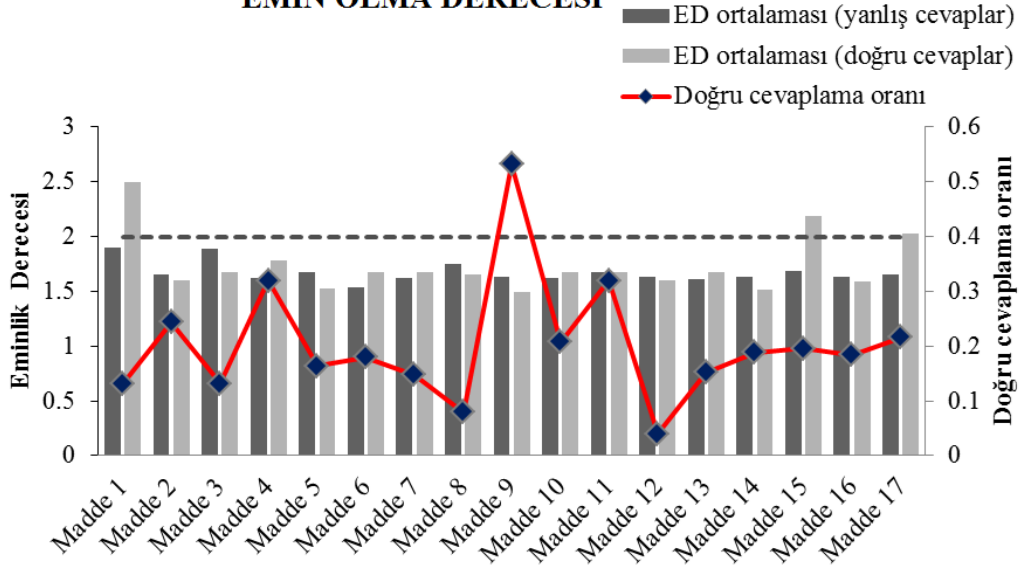
Tablo 43

*GHNKTT Soruları ED Ortalamaları*

| Madde No | ED ortalaması<br>(yanlış cevaplar) | ED ortalaması<br>(doğru cevaplar) |
|----------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 1        | 1.9                                | 2.5                               |
| 2        | 1.65                               | 1.6                               |
| 3        | 1.89                               | 1.67                              |
| 4        | 1.62                               | 1.78                              |
| 5        | 1.67                               | 1.53                              |
| 6        | 1.54                               | 1.67                              |
| 7        | 1.62                               | 1.68                              |
| 8        | 1.75                               | 1.65                              |
| 9        | 1.63                               | 1.49                              |
| 10       | 1.62                               | 1.68                              |
| 11       | 1.67                               | 1.68                              |
| 12       | 1.63                               | 1.6                               |
| 13       | 1.61                               | 1.67                              |
| 14       | 1.63                               | 1.51                              |
| 15       | 1.69                               | 2.19                              |
| 16       | 1.63                               | 1.59                              |
| 17       | 1.65                               | 2.03                              |
| Toplam   | 1.67                               | 1.73                              |

Tablo 43, daha kolay anlaşılabilmesi için grafiğe çevrilmiş ve şekil 4'te verilmiştir.

## EMİN OLMA DEREJESİ



Şekil 4. GHNKTT emin olma derecesi ortalamaları

Şekil 4'e bakıldığında her bir soru için doğru ve yanlış cevap vermiş olan sınıf öğretmeni adaylarının ED toplam ortalamaları verilmiştir. Örneğin madde birde doğru cevap vermiş sınıf öğretmeni adaylarının ED ortalaması 2.5 iken yanlış cevap vermiş sınıf öğretmeni adaylarının ED ortalaması ise 1.9'dur.

Bir maddeye verilen cevabın kavram yanılgısı olduğunun söylenebilmesi için o maddenin her iki aşamasında da yanlış cevap verilmesi ve verilen cevaptan emin olunması gerekmektedir (Peşman, 2005; Yalçın, 2003; Zirbel, 2006a). Bu da yanlış cevaplar için ED ortalamasının değer olarak 2'nin üzerinde olmasını gerektirmektedir (Hasan ve diğ., 1999; Schaffer, 2013).

Yanlış cevaplar için ED ortalamasının eşik değer 2'den düşük olması, sınıf öğretmeni adaylarının verdikleri yanlış cevaplardan emin olmadıklarına buda verdikleri yanlış cevapların nedeninin kavram yanılgısından daha çok bilgi eksikliğinden kaynaklandığına işaret etmektedir denilebilir.

Şekil 4'te GHNKTT'nin herhangi bir maddesinde sınıf öğretmeni adaylarının yanlış cevapları için ED ortalaması eşik değer olan 2'yi geçmemektedir. Dolayısı ile GHNKTT'den uygulama sonrası elde edilen veriler üçüncü aşama da göz önünde bulundurularak incelenirse sınıf öğretmeni adaylarının konu ile ilgili herhangi bir kavram yanılgısına sahip olmadığı söylenebilir.

Madde 1, madde 5 ve madde 17 dışındaki tüm maddelerde doğru cevap veren sınıf oğretmeni adaylarının madde bazında ED ortalamaları eşik değer 2'ni altında olması şanslı tahmin olarak yorumlanmaktadır. Yani maddenin cevabı tahmin edilmiş ve şans eseri doğru işaretlenmiştir.



## **Dördüncü Bölüm**

### **Sonuç Tartışma ve Öneriler**

Çalışmanın bu bölümünde araştırmanın sonuçları kısaca özetlenmiştir. Tartışma kısmında, varılan sonuçlar daha önceden belirlenmiş konu başlıkları altında literatürde benzerlik gösteren bulgularla desteklenmiştir. Buna ek olarak gelecekte konu ile ilgili yapılabilecek çalışmalar ile ilgili önerilere yer verilmiştir.

#### **Sonuç ve Tartışma**

Aşağıda araştırma sonunda ulaşılan sonuçlar “nükleer konusu”, “emin olma derecesi”, “cinsiyet değişkenine göre GHNK kavramsal anlayışı”, “GHNK bilgi kaynağı değişkenine göre GHNK kavramsal anlayışı” ve “sınıf değişkenine göre GHNK kavramsal anlayışı” başlıkları altında sunulmuştur.

#### **Nükleer konusuna ilişkin kavram yanılgıları**

Sınıf öğretmeni adaylarının nükleer radyasyon etkileşimleri ile ilgili olarak “yüksek oranda ışımaya maruz kalan nesnelere radyoaktif olacağı”, “radyasyona maruz kalmış canlı veya cansız biyolojik nesnelere DNA’da tahribat meydana geldiği”, “radyoaktif parçacıkların zehirli parçacıklar olduğu”, “radyasyonun suyun sünger tarafından emildiği gibi emilebileceği”, “radyasyonun canlı veya cansız nesnelere içinde birikebileceği” yanılgılarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu sonuçlar literatürde Millar ve diğ., (1990), Tsapalis ve diğ. (2013), Henriksen (1996), Henriksen ve Jorde (2001), Alsop (2001), Eijkelhof ve Millar (1998) ve Yalçın’ın (2003) çalışmalarında elde ettikleri sonuçlarla örtüşmektedir. Örneğin Henriksen (1996) öğrencilerin DNA değişikliğine işaret etmek için mutasyon kelimesini kullandıklarını belirtmiştir. Bunlara ek olarak Hafele (2012) öğrencilerin radyasyonu tanımlarken bir toksini veya zehirli bir maddeyi tanımlar gibi tanımladıklarını çalışmalarında rapor etmişlerdir.

Radyoaktivite ile ilgili olarak sınıf öğretmeni adaylarının “ışınların en uzak mesafelere kadar ulaşabileceği”, “bir süreç olan radyasyonun madde özelliklerine sahip olduğu”, “alfa radyasyonunun madde içinden hiçbir engelle karşılaşmadan

rahatlıkla geçebileceği”, “alfa radyasyonunun en uzak mesafelere kadar ulaşarak etkisini gösterebileceği”, “giysilerin alfa radyasyonundan koruyamadığı”, “radyasyona maruz kalmada zaman faktörünün belirleyici bir unsur olmadığı, “maruz kalınan nükleer radyasyon dozu ile buna bağlı kanser riskinin doğru orantılı olmadığı” gibi kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Bahsedilen kavram yanlışlarının Boyes ve Stanisstreet (1998), Millar ve Gill (1993) ve Neumann ve Hopf (2012) gibi araştırmacıların yaptıkları çalışmaların sonuçları ile örtüştüğü görülmüştür. Literatürde en sık rastlanan kavram yanlışlarından biri olan “radyasyonun somut bir nesne gibi algılanması” bu çalışmada da tespit edilmiştir (Boyes ve Stanisstreet, 1994; Maidl ve DeKay, 2012). Bunlara ek olarak Prather’in (2000) öğrencilerin radyasyon türleri ile ilgili kavram yanlışlarını incelediği doktora çalışmasında alfa radyasyonu ile ilgili bulgularının yukarıdaki sonuçlarla uyum içerisinde olduğu görülmüştür.

“Kanser tedavisinde iyonlaştırıcı radyasyonun kanserli hücreleri öldürmek için kullanılmadığı”, “radyasyonun her dozu aynı oranda kanser riski taşıdığı” görüşleri öğretmen adaylarının iyonlaştırıcı radyasyon ve kanser ile ilgili olarak düştükleri kavram yanlışları olarak saptanmıştır. Matis (2003) radyasyonun direkt olarak kanser ile ilişkilendirilebildiğini, öğrencilerin her türlü radyasyonun kansere sebep olduğuna inanabilecekleri için kanser tedavisinde kullanılmayacağı yanlışına düşebileceklerini ifade etmiştir. Buna ek olarak, “radyasyonun sebep olduğu kanseri, başka bir etmenin sebep olduğu kanserden ayırt etmenin mümkün olduğu” kavram yanlışlığı alanyazında tespit edilememiştir.

Çalışmada elde edilen veriler sınıf öğretmeni adaylarının kayalar veya elementler gibi doğal yapıların radyoaktif olmadığını, bunun aksine radyoaktifliğin insan yapımı elementlerin radyoaktif olabileceğine inandıklarına işaret etmektedir. Neumann ve Hopf (2012) ise çalışmalarında buna vurgu yaparak, öğrencilerin radyasyonun doğal olmadığını inandıklarını tespit ettiklerini ifade etmişlerdir.

Sınıf Öğretmeni adaylarının iyonlaştırıcı radyasyon konusu ile ilgili tespit edilen kavram yanlışları şunlardır; “insanlar için en zararlı radyasyon türü gama radyasyonudur”, “en zararlı radyasyon çeşidi en çok maruz kalınan radyasyondur”, “en zararlı radyasyon yüksek enerjili ve parçacık yapılı

radasyondur”, “en zararlı radyasyon çeşidi maddeye nüfus edebilme özelliği en yüksek olandır”. Henriksen ve Jorde (2001) bununla ilgili olarak gericiliği yüksek olan radyasyon türlerinin öğrenciler tarafından tehlikeli ve zararlı olarak nitelendirildiğini belirtmiştir. Sınıf öğretmeni adaylarının iyonlaştırıcı radyasyonu zararlı olarak tanımlarken maruz kalınan radyasyon dozunu göz önünde bulundurmadıkları tespit edilmiştir. Peralta ve Rego (2006), araştırmalarında öğrencilerin her türlü radyasyonun insan vücudunda aynı etkiye sebep olacağını ifade ettiklerini rapor etmişlerdir. Millar ve diğerleri (1990) ise “radyasyon” ve “radyoaktif” kavramlarını birbirine karıştırdıkları için “radyasyon dozu” kavramının tatmin edici bir şekilde yorumlanamadığını ifade etmiştir.

Çalışmada sınıf öğretmeni adayları en etkili nükleer radyasyon koruyucu sığınak zırhlarının uranyum gibi yoğun elementlerden yapılamayacağı ve iyonlaştırıcı radyasyona karşı zırhlanmada kullanılacak malzemelerin ısıya ve kırılmalara karşı en dayanıklı sağlam malzemelerin olması gerektiğini düşündükleri ortaya çıkmıştır. Diğer yandan Alsop (2001) araştırmasında, öğrencilerin “metaller radyasyonu emer” yanılgısına düştüklerini belirlemiştir. Buna ek olarak bazı araştırmalarda öğrencilerin, plastik giysilerin radyasyona karşı etkili bir koruyucu olduklarına inandıkları da rapor edilmiştir (Alsop, 2001; Neumann ve Hopf, 2012). Boyes, Stanisstreet (1998) ve Colclough (2007) ise öğrencilerin daha yoğun olduğu için metal malzemelerin iyonlaştırıcı radyasyonu daha etkili bir şekilde önleyeceklerini ifade ettiklerini rapor etmiştir.

Sınıf öğretmeni adaylarında tarih öncesi radyoaktivite ve işaretleme konusu ile ilgili tespit edilen kavram yanılgılar şöyle sıralanabilir; “tarihi eserlerin yaş tespiti moleküllerin yıpranması incelenerek yapılır”, “radyoizotoplar zararlı oldukları için tıp alanı dışında kullanılmazlar”, “iyonlaştırıcı radyasyonun görüntülenebilme özelliği kullanılamaz”, “radyoizotoplarla işaretleme yapılarak sistemlerin işleyişleri gözlenemez”. Bu kavram yanılgılarından tarihi eserlerin yaş tayini ile ilgili olanına alanyazında rastlanılmamıştır. Fakat diğerleri hakkında Nakiboğlu ve Tekin (2006) “radyoizotopların zararlı olduğu için sadece enerji üretmekte kullanıldığı” fikrinin öğrencilerde yaygın bir kanaat olduğunu belirtmişlerdir. Tsapalis ve diğ. (2013) ise öğrencilerin radyasyonun zararlı olduğuna için tedavide kullanılamayacağına inandıklarını rapor etmişlerdir. Konu

hakkında tespit edilmiş başka bir kavram yanılgısı olan “nükleer testler yapıldıkları yerleri etkiler” inanının ise literatürdeki diğer çalışmalarda da ortaya çıkarılmış bir yanılğı olduğu görülmüştür (İşeri, 2012).

Sınıf öğretmeni adaylarının radyoaktivite konusunda ise “yüzey alanındaki artışın radyoaktiviteyi arttıracacağı”, “küçük radyoaktif maddelerin daha çok enerji verebileceği”, “yarılanma ömrünün değişebileceği”, “radyoaktif maddelerin toz halinde olanlarının daha radyoaktif olduğu bu yüzden daha çok ışınım yaparak daha erken biteceği” gibi inanışlara sahip oldukları belirlenmiştir. Benzer bulgulara ulaşan Alsop (2001), yaptığı çalışmada öğrencilerin maddenin fiziksel halinin radyoaktivitesini etkileyeceğini düşündüklerini ifade etmiştir. Colclough (2007), Yalçın (2003), Nakiboğlu ve Tekin (2006)’de benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Yapay radyasyon konusu ile ilgili olarak sınıf öğretmeni adaylarının “nükleer testlerin doğal (arka plan) radyasyon dozunun yükselmesine sebep olmadığı”, “yiyeceklerin doğal radyasyon kaynağı olmadığı”, “radyasyonun insan kromozomlarına verdiği hasarın kişinin yaşına ve vücudun ışınlanan kısmına bağlı olmadığı” gibi kavram yanılgılarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Alanyazında nükleer testler ve arka plan radyasyonu ilişkisi ile ilgili bir bulguya rastlanmamıştır. Ayrıca, Aubrecht ve Torick (2001) öğrencilerin büyük oranda arka plan radyasyonundan habersiz oldukları rapor etmişlerdir. Tespit edilen diğer kavram yanılgılarının literatürde yapılmış benzer çalışmalarla uyum içinde olduğu görülmüştür (Colclough, 2001; Henriksen ve Jorde 2001; Yalçın 2003)

Sınıf öğretmeni adaylarının radyoaktif kirlilik ve sigara konusu ile ilgili olarak “radyoaktivitenin kimyasal işlemlerle yok edilebileceği”, “toprakta radyasyonun bulunmadığı”, sigaranın radyoaktif maddeler içermediği ve radyo-zehirliği olmadığı”, “röntgenden dolayı maruz kalınan radyasyonun sigaradan dolayı maruz kalıncından daha düşük olduğu” gibi bilimsel gerçekliklerle uyuşmayan yanılgılara sahip oldukları belirlenmiştir. Radyoaktivitenin kimyasal işlemler ile sonlandırılabilceği inancı farklı araştırmacılar tarafından tespit edilmiş bir yanılğıdır (Erçoklu, 2001; Yalçın, 2003). Ayrıca, Peralta ve Rego (2006) öğrencilerin toprağın bir radyasyon kaynağı olduğunu neredeyse hiç

düşünmediklerini belirtmişlerdir. Diğer kavram yanlışlarına ise literatürde rastlanmamış olup bu çalışmaya ait olduğu düşünülmektedir.

Sınıf öğretmeni adaylarına doğal radyasyon bileşenleri ile ilgili olarak maruz kaldığımız (iyonlaştırıcı) doğal radyasyonun en büyük paydaya sahip olan bileşeni sorulduğunda, başta “kozmetik ışınlar” olmak üzere “güneş”, “yerküre” veya “vücudumuz” olmak üzere farklı yanıtlar vermişlerdir. Diğer taraftan bazı öğretmen adayları da zararlı ışınların çoğunun kaynağının güneş olduğunu belirtmişlerdir. Bununla ilgili olarak literatürdeki çalışmalar incelendiğinde ise öğrencilerin büyük oranda, doğal radyasyonun ana kaynağı olarak güneşi kabul ettikleri, bunun dışında kalan tüm radyasyon türlerinin insan sebepli veya suni olarak tanımladıkları görülmüştür (Neumann ve Hopf, 2012; Neumann ve Hopf, 2013a; Neumann ve Hopf, 2013b; Peralta ve Rego, 2006;) Bazı sınıf öğretmeni adaylarının ise doğal kozmik ışınların atmosferde herhangi bir etkileşime girmeden yeryüzüne ulaştığı yanlışına düştükleri görülmüştür. Öğrencilerin kozmik radyasyonu bir doğal radyasyon kaynağı olarak tanımlaması (Peralta ve Rego, 2006) doğru olmakla birlikte kozmik ışınların atmosferle hiçbir etkileşime girmeden yeryüzüne ulaşması yanlışına literatürde rastlanılmamıştır.

Sınıf öğretmeni adaylarının nükleer santraller konusu hakkında çeşitli kavram yanlışlarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada tespit edilen yanlışlar şunlardır; “çoğu nükleer güç santrallerinde elektriğin direk olarak yakıttan üretilmektedir”, “atom bombası yapabilmek için nükleer santrallerin olması yeterlidir”, “nükleer güç santrallerinde atom bombası üretilir” “nükleer güç santrallerinde elektrik üretimi için su buharına ihtiyaç yoktur”, “nükleer güç santrallerinde elektrik nükleer reaksiyonlar sonunda açığa çıkmaktadır”, “nükleer güç santrallerindeki nükleer reaksiyonlar sonunda ortaya çıkan radyoizotoplar çok radyoaktif olduklarından başka alanlarda kullanılamaz”. Literatürdeki benzer çalışmalar öğretmen adaylarının nükleer santralleri atom bombası ile ilişkilendirerek bu santrallerin çevre için zararlı olduklarına, radyoaktif madde sızdırdıklarına, bomba gibi patlayabileceklerine ve buralarda atom bombası yapılabileceğine inandıklarını ortaya çıkarmıştır (Ateş, 2013; Ateş ve Saraçoğlu, 2013; Colclough, 2007; Prather, 2000). Buna ek olarak, çoğu öğretmen adayı



elektriğin nükleer reaksiyonların bir ürünü olduğunu düşünmektedirler ki buda literatürde rastlanılmamış bir yanlış olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sınıf öğretmeni adayların radyoaktif partiküller konusu ile ilgili “tedavi için vücuda verilen radyoaktif elementlerin vücut dışına çıkamayacakları” ve “çöp kutusunun içindeki radyoaktif maddelerden yayılan ışınları engelleyebileceği” gibi görüşlere sahip oldukları tespit edilmiştir. Benzer çalışmalar incelendiğinde tıpta yaygın bir şekilde kullanılan tedavi veya ilaçların insan sağlığına zarar vermesinin mümkün olmadığı görüşünün hakim olduğu görülmüştür (Neumann ve Hopf, 2012). Ayrıca Prather’in (2000) yapmış olduğu çalışmada bazı öğrenciler vücuda verilen radyoaktif partiküllerin vücut sıvısı ile hareket edebileceğini ve dışarı çıkabileceğini ifade etmiş bazıları ise içinde birikeceğini ifade etmiştir. Çöpe atarak radyoaktif maddelerin verebileceği zararın önlenebileceği görüşü ise bu çalışmaya ait bir kavram yanlışlığı olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada sınıf öğretmeni adaylarının doğal radyasyon konusu hakkında “insanların en çok maruz kaldığı iyonlaştırıcı radyasyon kaynağının nükleer atıklar, denemeler veya tüketici ürünleri (her zaman kullanılmasından dolayı) olduğu”, “radyo aktif uranyumun bozunum ürünlerinden olan radon gazının yer altındaki çatlaklar yoluyla atmosfere yayılmadığı”, “iyi bir havalandırmanın radyoaktif radon gazından dolayı maruz kalınan doğal radyasyon dozunu azaltamayacağı” gibi kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Burada en dikkat çeken bulgu radon gazının doğal radyasyon bileşenlerinin en büyük paydaya sahip ögesi olmasına rağmen bir doğal radyasyon kaynağı olarak bilinmemesi veya düşülmemesidir. Ayrıca bu sonuçların alanyazındaki benzer çalışmalarla tutarlılık içinde olduğu görülmüştür (Alsop, 2001; Boyes ve Stanisstreet, 1994; Neumann ve Hopf, 2012; Peralta ve Rego, 2006).

### **Emin olma derecesi**

Kavram yanlışları kökleşmiş yapılardır ve öğrenciyi sistematik olarak yanlış yapmaya sevk ederler. Bundan dolayıda öğrencilerin, sahip olduğu kavram yanlışlarının yanlış veya eksik olduğunu bilmediklerine inanılır. Dolayısı ile kavram tanı testlerinin sorularına verdikleri yanlış cevaplardan da emin olmaları

beklenir (Aykutlu ve Şen, 2012; Nakiboğlu, 2006; Taşlıdere ve diğ., 2012; Treagust, 2006; Yalçın, 2003).

Öte yandan GHNKTT'nin üçüncü aşaması olan ED değerleri, ilk iki aşamada sınıf öğretmeni adaylarının çoğunluğunun verdikleri cevaplardan emin olmadıklarını göstermiştir. Bundan dolayı tespit edilen yanlış ifadeleri kavram yanlışları olarak kabul etmekten daha çok bilgi eksikliğinden kaynaklanan hatalı ifadeler olarak düşünülmesinin daha uygun olabileceği bu çalışmanın sonuçları arasındadır.

### **Cinsiyet değişkenine göre GHNK kavramsal anlayışı**

Bu çalışmada sınıf öğretmeni adaylarının günlük hayatta nükleer konusu hakkında kavramsal anlayışlarının cinsiyete bağlı olarak bir farklılaşma göstermediği sonucuna varılmıştır. Bu sonuç Neumann ve Hopf'un (2013b) öğrencilerin radyoaktivite konusu ile ilgili kavramsal anlayışları üzerine yaptıkları çalışmanın sonuçları ile bir uyum göstermektedir. Bununla beraber radyoaktivite ve ilgili konuları hakkında yapılmış çalışmaların büyük çoğunluğunda ise cinsiyet faktörünün genel olarak ihmal edildiği ve cinsiyet faktörünün üzerinde yeterince durulmadığı göze çarpmaktadır (Colclough, 2007).

### **GHNK bilgi kaynağı değişkenine göre GHNK kavramsal anlayışı**

Literatürde, kitle iletişim araçlarında konular çoğunlukla duysal önyargılar ile aktarıldığından yanlış anlaşılmalara sebep olduğu rapor edilmiştir. Bazı çalışmalarda öğrencilerde tespit edilen kavram yanlışlarının kökenine inildiğinde kitle iletişim araçlarına ulaşıldığı da belirtilmiştir (Acar Sesen ve Ince, 2010; Colclough, Lock ve Soares, 2011; Colclough, 2007; Lijnse ve diğ., 1990; Neumann ve Hopf 2012).

Bu araştırmada ise sınıf öğretmen adaylarının GHNK ile ilgili bilgilerini edindikleri kaynaklara göre GHNK kavramsal anlayışlarında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu sonucun literatürde mevcut bulgular ile örtüşmediği görülmektedir.

### **Sınıf değişkenine göre GHNK kavramsal anlayışı**

Sınıf öğretmeni adaylarının bölümlerinde buldukları yıllara göre günlük hayatta nükleer konusu kavramsal anlayışları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Dördüncü sınıf sınıf öğretmeni adaylarının GHNKTT puan ortalaması diğer 1, 2 ve 3. sınıf sınıf öğretmeni adaylarının ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratacak derecede yüksek olduğu görülmüştür. Literatürde sınıf değişkeninin radyasyon ve radyoaktivite konularındaki kavramsal anlayışa etkisi ile ilgili farklı bulgulara ulaşıldığı görülmüştür. Radyasyon konusunda orta öğretim öğrencilerin kavramsal anlayışlarını inceleyen Neumann ve Hopf (2012, 2013a, 2013b) farklı sınıf seviyelerinde bulunan öğrencilerin anlayışları arasında kavramsal farkların tespit edildiğini ve bunun yaş değişkenine bağlı olduğunu rapor etmişlerdir. Diğer taraftan Henriksen ve Jorde (2001) lise öğrencileriyle yaptıkları araştırmada farklı yaş ve sınıftaki öğrencilerin radyasyon ve radyoaktivite konuları ile ilgili kavramsal anlayışlarının yüksek oranda benzeştiğini ifade etmişlerdir.

### **Öneriler**

Sınıf öğretmeni adaylarında GHNK konusu ile ilgili çeşitli kavram yanlışları tespit edilmiştir. Bu kavram yanlışlarının nedenleri incelenerek giderilmesine yönelik çalışmalar yapılabilir.

Alan yazımdaki birçok çalışmada olduğu gibi bu çalışmada da ED hesaba katıldığında belirlenen kavram yanlışlarının sayısal olarak büyük oranda azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca birçok kavram yanlışları olarak belirlenen ifadenin ED yardımıyla “bilgi eksikliği” veya “şanslı tahmin” olarak tespit edildiği görülmüştür. Bu ise ED’nin kavram yanlışlarını belirlemede etkin bir rol oynadığını göstermektedir. Bununla beraber ED aşamasının kavram testlerinin hassasiyetini arttıracığı için ED aşaması olmayan kavram testleriyle belirlenmiş kavram yanlışlarının varlığı hakkında soru işaretleri oluşacaktır. Dolayısı ile kavram yanlışlarının tespiti ve ortadan kaldırılması sürecinde ED’nin de dâhil edilip hesaba katılmasının alandaki eğitimci ve araştırmacılara harcanan zaman ve çaba bakımından avantaj sağlayacağı düşünülmektedir.

Sınıf öğretmeni adaylarının GHNK'nda ki bilgi eksikliği sınıf öğretmenliği lisans programlarında yer alan Genel Fizik, Genel Kimya, Çevre Eğitimi derslerine konunun entegre edilmesi ile veya bu konuya yönelik hazırlanmış seçmeli bir dersin programa eklenmesi ile giderilebilir.

Konu ile ilgili literatür incelendiğinde cinsiyete değişkeni üzerinden yürütülmüş çalışmaların eksikliği göze çarpmaktadır. Buna ek olarak yapılan çalışmalarda cinsiyet faktörü genelde ihmal edilmiştir (Colclough, 2007). Dolayısıyla ile bu alanda gelecekte yapılacak çalışmalar için cinsiyet değişkeni ve GHNK'nun kavramsal anlayışı arasındaki ilişkinin derinlemesine incelenmesi önerilebilir.

Geliştirilen GHNKTT farklı bölümlerde öğrenim gören üniversite öğrencilerine ve orta öğretim öğrencilerine uygulanarak GHNK ile ilgili kavramsal anlayışları ortaya çıkarılabilir.

Geliştirilen GHNKTT sınıf öğretmenlerine uygulanıp öğretmenlerin GHNK ile ilgili sahip olduğu kavram yanılgıları belirlenebilir.

GHNK'nda var olan bilgi eksikliği işbirlikçi öğrenme yöntemi, probleme dayalı öğrenme yöntemi, proje tabanlı öğrenme yaklaşımı, yaşam temelli öğrenme yaklaşımı ve argümantasyon odaklı öğretim yaklaşımı gibi yöntem/yaklaşımlar kullanılarak giderilebilir.

## Kaynaklar

- Abazaoğlu, İ. (2014). Dünyada öğretmen yetiştirme programları ve öğretmenlere yönelik mesleki gelişim uygulamaları. *Turkish Studies*, 9 (5), 1-46.
- Abimbola, I. O. (1988). The problem of terminology in the study of student conceptions in science. *Science Education*, 72, 175-184.
- Abimbola, I. O., & Yaroch, W. L. (1993). The problem of terminology in the study of student conceptions in science: A second look. In J. Novak (Ed.), *Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*. New York: Cornell University [http://www.mlrg.org/proc3pdfs/Abimbola\\_Terminology.pdf](http://www.mlrg.org/proc3pdfs/Abimbola_Terminology.pdf) adresinden 10 Nisan 2014 tarihinde alınmıştır.
- Acar Sesen, B., & Ince, E. (2010) Internet as a source of misconception: “radiation and radioactivity”. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 9 (4), 94-100.
- Ada, S. (2001). İlköğretim birinci kademesinde sınıf öğretmeni yetiştiren okulların programlarının analizi ve karşılaştırılması. *M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 13, 1-10.
- Alsop, S. (1999). Understanding understanding: a model for the public learning of radioactivity. *Public Understanding of Science*, 8, 267-284.
- Alsop, S. (2001). Living with and learning about radioactivity: A comparative conceptual study. *International Journal of Science Education* 23, 263-281.
- Akarsu, B. (2014). Hipotezlerin, değişkenlerin ve örneklemin belirlenmesi. İçinde M. Metin (Ed.) *Eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri* (s. 21-43). Ankara: Pegem Akademi.
- Andersen, B. L., Karlsson, J. H., & Andersen, B. (1984). Anxiety and cancer treatment: response to stressful radiotherapy. *Health Psychology*, 3 (6), 535-551.

- Angelo, J. A. (2004). *Nuclear technology* (pp. 413-442). London: Green Press.
- Arnon, S., & Reichel, N. (2007). Who is the ideal teacher? Am I? Similarity and difference in perception of students of education regarding the qualities of a ideal teacher and of their own qualities as teachers. *Teachers and Teaching*, 13 (5), 441-464.
- Ateş, H. (2013). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının nükleer enerji hakkındaki düşünceleri* (Yüksek lisans tezi). Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Ateş, H. ve Saraçoğlu, M. (2013). Fen bilgisi öğretmen adaylarının gözünden nükleer enerji. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14 (3), 175-193.
- Aubrecht, G. J., & Torick, D. A. (2001) Radiation and radioactivity: student ideas and materials development based on student interviews. In R. Pinto & S. Suriqach (Eds.), *International Conference Physics Teacher Education Beyond 2000. Selected Contributions* (p.33) Paris: Elsevier Editions.
- Aydın, R., Şahin, H. ve Topal, T. (2008). Türkiye’de ilköğretime sınıf öğretmeni yetiştirmede nitelik arayışları. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12 (2), 119-142.
- Aykutlu, I. ve Şen, A. (2012). Üç aşamalı test, kavram haritası ve analogi kullanılarak lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 37 (166), 275-288.
- Baykul, Y. ve Güzeller, C. O. (2013). *Sosyal bilimler için istatistik*. Ankara: Pegem Akademi.
- Beichner, R. J. (1994). Testing student interpretation of kinematics graphs. *American Journal of Physics*, 62 (8), 750-762.
- Bell, B., & Cowie, B. (2001) The characteristics of formative assessment in science education. *Science Education*, 85 (5), 536-53. doi:10.1002/sce.1022
- Bilgin, İ., Uzuntiryaki, E. & Geban, Ö. (2003). Student’s misconceptions on the concept of chemical equilibrium. *Education and Science*, 28 (127), 10-17.

- Black, P., & Wiliam, D (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education*, 5 (1), 7-71. doi:10.1080/0969595980050102
- Blunden, A. (2012). *Concepts: A critical approach*. Brill:Danver MA
- Boyes, E., & Stanisstreet, M. (1998). High school students' perceptions of how major global environmental effects might cause skin cancer. *The Journal of Environmental Education*, 29, 31-36.
- Boyes, E. & Stanisstreet, M. (1994). *Children's ideas about radioactivity and radiation: sources, modes of travel, uses and dangers*. *Research in Science Technological Education*, 12 (2), 145-160.
- Brooks, G. P., & Johanson, G. A. (2003). Test Analysis Program. *Applied Psychological Measurement*, 27, 305-306.
- Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için veri analizi kitabı*. Ankara: Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel F. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Can, A. (2013). *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Carey, S. (2000). Science education as conceptual change. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21 (1), 13-19.
- Chappuis, J. (2009). *Seven strategies of assessment for learning*. Portland, OR: ETS Assessment Training Institute.
- Colborn, M. (2011). *Pluralism & The mind*. Charlottesville: Imprint Academic.
- Colclough, N. D. (2007) *Trainee teachers and ionising radiation: understandings, attitudes and risk assessments. A descriptive study in one institution* (Doctoral dissertation). The University of Birmingham, Birmingham.
- Colclough, N. S., Lock, R., & Soares, A. (2011). Pre-service teachers' subject knowledge of and attitudes about radioactivity and ionising radiation. *International Journal of Science Education*, 33 (3), 423-446, doi:10.1080/09500691003639905

- Committee on Undergraduate Science Education. (1997). *Science teaching reconsidered*. Washington DC, National Academy Press.
- Crocker, L., & Algina, A. (2008). *Introduction to classical and modern test theory*. Mason, Ohio: Cengage Learning.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alfa and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16 (3), 297-334. doi:10.1007/BF02310555
- Çakmak, E. ve Civelek, F. (2013). Sınıf öğretmenliği lisans programının MEB özel alan öğretmen yeterlikleri açısından incelenmesi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 12 (47), 349-367.
- Çelik, A. Y. ve Kılıç Z. (2005). Öğrencilerin yanlış kavramaları ve ders kitaplarının yanlış kavramlara etkisi örnek konu: radyoaktivite. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25 (3), 125-141.
- Çelikbaş, A., Yalçınkaya, T. ve Banoğlu, K. (2013) İlköğretim öğrencileri gözü ile çevre ve çevre eğitimi In R. Efe, I. Atalay & I. Cürebal (Eds.), *3rd International Geography Symposium-GEOMED* (p.357-370).
- Çoban, A. (2011). Sınıf öğretmenliği lisans programının değerlendirilmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16, 28-45.
- Çokadar, H., Türkoğlu, A. ve Gezer, K. (2007). Çevre sorunları. İçinde M. Aydoğdu ve K. Gezer (Ed) *Çevre Bilimi* (s. 92-94). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Demirel, S. (2013). *Konya'nın içme suyunun sağlandığı bazı kuyu sularında <sup>222</sup>Rn konsantrasyonu değişimlerinin İncelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Department of Mineral and Energy. (2005). *Understanding radioactivity and radiation in everyday life*. [http://www.gov.za/sites/www.gov.za/files/mineral\\_energy\\_nuclear\\_radiation2\\_protection\\_0.pdf](http://www.gov.za/sites/www.gov.za/files/mineral_energy_nuclear_radiation2_protection_0.pdf) adresinden 01 Mayıs 2014 tarihinde alınmıştır.
- Dikmenli, M. ve Çardak, O. (2004). Lise 1 biyoloji ders kitaplarındaki kavram yanlışları üzerine bir araştırma. *Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 17, 130-141.



- DiSessa, A. A. (2005). A history of conceptual change research. In R. Keith Sawyer (Ed), *The cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 265-282) Cambridge: Cambridge University Press
- DiSpezio, M. (2010). Teacher's toolkit: Misconceptions in the science classroom. *Science Scope*, 34 (1), 5.
- Doğan, C. (2004). Türkiyede sınıf öğretmeni yetiştirme politikaları ve sorunları. *Sosyoloji Konferansları Dergisi*, 29, 143-162.
- Duit, R., Roth, W., Komorek, M., & Wilbers, J. (2001). Fostering conceptual change by analogies-between Scylla and Charybdis. *Learning & Instruction*, 11, 283-303.
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2009). Multiple perspectives of conceptual change in science and the challenges ahead. *International Journal of Science Education*, 32 (2), 89-104.
- Ebbing, D. D. (1993). *General Chemistry* (4th ed.). Boston: Houghton Mifflin Company.
- Ebel, R. L. (1954). Procedures for the analysis of classroom tests. *Educational and Psychological Measurement*, 14, 352-364.
- Ebel, R. L., & Frisbie, D. A. (1991). *Essentials of educational measurement*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Efe, S. (2007). *Üç aşamalı soru tipi geliştirilerek ilköğretim 5. Sınıf öğrencilerinin ses konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Entitüsü, Balıkesir.
- Efe, S. ve Demirci, N. (2007). İlköğretim öğrencilerinin ses konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 1 (1), 23-56.
- Eijkelhof, H. (1996). Radiation risk and science education. *Radiation Protection Dosimetry*, 68 (3/4), 273-278.
- Eijkelhof, H., & Millar, R. (1988). Reading about chernobyl: The public understanding of radiation and radioactivity. *School Science Review*, 70 (251), 35-41.

- Eraslan, L. (2008). Yenilenen öğretmen yetiştirme programları bağlamında sınıf öğretmenliği programının değerlendirilmesi. <http://www.memurlar.net/haber/105087/> adresinden 1 Haziran 2016 tarihinde alınmıştır.
- Erçoklu, H. F. (2001). *Lise öğrencilerinde çekirdek tepkimeleri ve radyoaktiflik konusunda yanlış kavramaların tespiti ve giderilmesi*. (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Eyidoğan, F. ve Güneysu S. (2002) İlköğretim 8. sınıf fen bilgisi kitaplarındaki kavram yanılgılarının incelenmesi. V. *Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*. [http://old.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/netscape/b\\_kitabi/PDF/Fen/Bildiri/t72d.pdf](http://old.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/netscape/b_kitabi/PDF/Fen/Bildiri/t72d.pdf) adresinden 2 Temmuz 2015 tarihinde alınmıştır.
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. London: Sage Publications.
- Formative Assessment for Students, State Collaborative on Assessment and Student Standards. (2012) Distinguishing formative assessment from other educational assessment labels. CCSSO. [file:///C:/Users/Aidata/Downloads/fastlabels%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/Aidata/Downloads/fastlabels%20(4).pdf) adresinden 05 Mart 2015 tarihinde alınmıştır.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education*. New York: Mc Graw Hill.
- Fraser, B. (2007). Inclusivity in the science classroom. In Van Rooyen, H. & De Beer, J. (Eds.), *Teaching science in the OBE classroom* (pp. 60-66). (1st ed.) Gauteng South Africa: MacMillian.
- Garson, G. D. (2012). *Testing statistical assumptions*. Asheboro: Statistical Associates Publishing.
- Geçgel, G., & Şekerci, A. R. (2015). Developing a concept test for chemistry topics by using the diagnostic branched tree (DBT) technique. *Oxidation Communication*, 38 (1A), 530-539.

- Genç, Z. G. (2005). Sınıf öğretmeni yetiştirme meselemiz. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11, 86-99.
- Goldhaber, D. (2002). The mystery of ideal teaching. *Education Next*, 2, 50-55.
- Gooding, J., & Metz, B. (2011). From misconceptions to conceptual change: Tips for identifying and overcoming students' misconceptions. *The Science Teacher*, 78 (4), 34-37.
- Grau, E. (2007). Using factor analysis and cronbach's alpha to ascertain relationships between questions of a dietary behaviour questionnaire. *Proceedings of the Survey Research Methods Section*, American Statistical Association. [www.amstat.org/sections/srms/Proceedings/](http://www.amstat.org/sections/srms/Proceedings/) adresinden 10 Nisan 2016 tarihinde alınmıştır.
- Green, S. B., & Salkind, N. J. (2005). *Using SPSS for window and macintosh: Analyzing and understanding data* (4th edition). New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Griffard, P. B., & Wandersee, J. H. (2001). The Two-tier Instrument on Photosynthesis: What does it diagnose? *International Journal of Science Education*, 23 (10), 1039-1052. doi:10.1080/09500690110038549
- Gül, E. ve Doğan, Ç. (2011). Online değerlendirme güvenilir midir? Is online assessment reliable? *Proceedings of 5th International Computer & Instructional Technologies*, Fırat University, Elazığ, (pp. 661-665). <http://web.firat.edu.tr/icits2011/icits2011ProceedingBook.pdf> adresinden 05 Mart 2016 tarihinde alınmıştır.
- Gültekin, A. C. (2014). Çağdaş epistemolojide temelci yaklaşıma getirilen eleştiriler ve dışsalıcı çözümler. *ETHOS: Felsefe ve toplumsal bilimlerde diyaloglar*, 7 (2), 43-61.
- Gültekin, M. (2013). İlköğretim öğretmen adaylarının eğitim programı kavramına yükledikleri metaforlar. *Eğitim ve Bilim*, 38 (169), 126-141.
- Gültekin, M. (2015). İlköğretim öğrencilerinin ideal öğretmen algısı. *Turkish studies international periodical for the languages, literature and history of turkish or turkic*, 10 (11), 725-756.

- Gürlek, M. (2002). *Ortaöğretim biyoloji (botanik) öğretiminde anlam çözümleme tabloları, kavram ağları ve kavram haritalarının uygulanması* (Yüksek lisans tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Hafele, A. (2011). Exploring students thinking of atoms and radiation with the atom builder simulator. *Proceedings of the national conference on undergraduate research*, Weber State College, Utah. <http://www.camse.org/radiation/pubs/ncur2011.pdf> adresinden 28 Nisan 2014 tarihinde alınmıştır.
- Hafele, A. (2012). Exploring learning difficulties associated with understanding ionizing by radiation. *Proceedings of The National Conference On Undergraduate Research*, Ithaca College, New York, (pp. 1036-1043). [http://www.camse.org/radiation/pubs/Hafele\\_Ionizing2012.pdf](http://www.camse.org/radiation/pubs/Hafele_Ionizing2012.pdf) adresinden 28 Nisan 2016 tarihinde alınmıştır.
- Hasan, S., Bagayoko, D., & Kelley, E. L. (1999). Misconceptions and the certainty of response index (CRI). *Physics Education*, 34 (5), 294-299.
- Hayes Roth F. (1971). *The structure of concepts*, Working paper, MIT Cambridge, Massachusetts.
- Heiman, G. W. (2014). *Basic statistics for the behavioral sciences*. (2nd ed.). Boston: Houghton Mifflin Company.
- Henriksen E. K. (1996). Laypeople's understanding of radioactivity and radiation. *Radiation Protection Dosimetry*, 68 (3/4), 191-196.
- Henriksen, E. K. & Jorde, D. (2001). High school students' understanding of radiation and the environment: can museums play a role? *Science Education*, 85, 189-206.
- Hızarcı, S. (2015). Radyasyon kaynakları ve radyasyondan korunma, TAEK. [http://www.cygm.gov.tr/cygm/files/guncelbelgeler/radyasyon\\_olcum\\_sunum.pdf](http://www.cygm.gov.tr/cygm/files/guncelbelgeler/radyasyon_olcum_sunum.pdf) adresinden 20 Ekim 2013 tarihinde alınmıştır.
- Hutchison, S. G. & Hutchison F. I. (1997) Radioactivity in everyday life. *Journal of Chemical Education*, 74 (5), 501-505.

- International Atomic Energy Agency, (2004). Radiation people and environment Austria:IAEA.
- İşeri, B. (2012). *Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının nükleer enerjinin riskleri ve faydaları hakkındaki düşüncelerine farklı bilgi kaynaklarının etkileri* (Yüksek lisans tezi). Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırşehir.
- Japan Probe. “City Apologizes after Fukushima Evacuees Face Discrimination.” (Nisan 21, 2011). <http://www.japanprobe.com/2011/04/21/city-apologizes-after-fukushima-evacuees-face-discrimination/> 20 Ekim 2013.
- Kaltakci, D. & Eryilmaz, A. (2010). Identifying pre-service physics teachers’ misconceptions with three-tier tests. In W. Kaminski & M. Michelini (Eds), *The proceeding of the international conference of teaching and learning physics today: Challenges? Benefits?* (p.140). Reims, France: GIREP-ICPE-MPTL.
- Kanno, M. (15.04.2012). A-bomb survivors to write letter to Fukushima students, *The Asahi Shimbun* [http://ajw.asahi.com/article/behind\\_news/people/AJ201204150001](http://ajw.asahi.com/article/behind_news/people/AJ201204150001) adresinden 22 Ekim 2014 tarihinde alınmıştır.
- Karagöz, C. (2007). *Kimya öğretmen adaylarının nükleer enerjiye karşı ilgi ve tutumları* (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karataş, F. Ö., Köse S. ve Coştu, B., (2003). Öğrenci yanılgılarını ve anlama düzeylerini belirlemede kullanılan iki aşamalı testler. *Pamukkale Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1 (13), 54-69.
- Khalidi, M. A. (1995). Two concepts of concept. *Mind & Language* 10 (4), 402-422.
- Kılıç, D. & Sağlam, N. (2009). Development of a two-tier diagnostic test to determine students’ understanding of concepts in genetics. *Eurasian Journal of Educational Research*, 36, 227-244.

- Kilinc, A., Boyes, E., & Stanisstreet M. (2012). Exploring students' ideas about risks and benefits of nuclear power using risk perception theories. *Journal of Science Education and Technology*, 22 (3), 252-266.
- Krebs, R. E. (1999). *Scientific development and Misconceptions through the ages*. London: Green Press.
- Lemos, N. (2007). *An Introduction to the theory of knowledge*. New York: Cambridge University Press.
- Libarkin, J. C., Asghar, A., Crockett, C., & Sadler, P. (2011). Invisible misconceptions: Student understanding of ultraviolet and infrared radiation. *Astronomy Education Review*, 10 (1), 49-60, doi: 10.3847/AER2011022
- Lijnse, P. L., Eijkelhof, H. M. C., Klaasen, C. W. J. M., & Scholte, R. L. J. (1990). Pupils' and mass-media ideas about radioactivity. *International Journal of Science Education*, 12 (1), 67-78.
- Loveland, W. D., Morrissey, D., & Seaburg, G.T. (2001). *Modern nuclear chemistry*. Newark, New York: Wiley-Interscience.
- Maidl, R. & Dekay, N. (2012). Identifying and resolving problematic student reasoning about ionizing radiation. *Proceedings of the national conference of undergraduate research (NCUR) September 2012*. <http://www.ncurproceedings.org/ojs/index.php/NCUR2012/article/view/207> adresinden 20 Haziran 2014 tarihinde alınmıştır.
- Malatyalı, E. Ve Yılmaz, K. (2010). Yapılandırmacı öğrenme sürecinde kavramlar ve önemi: kavramların pedagojik açıdan incelenmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3 (14), 320-332.
- Mansell, W., James, M., & the Assessment Reform Group. (2009). *Assessment in schools fit for purpose? A commentary by the teaching and learning research programme*. London: ESRC, TLRP. ISBN: 978-0-85473-892-2
- Margolis, E., & Laurence, S. (Eds). (1999). *Concepts: Core readings*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

- Margolis, E., & Laurence, S. (2003). Concepts. In Stich, S. P. & A. W. Ted (Ed.) *The blackwell guide to philosophy of mind* (pp. 190-213). Malden: Blackwell Publishing.
- Martin, R., Sexton, C., & Franklin, T. (2009). *Teaching science for all children: An inquiry approach* (5th ed.). Boston: Pearson/Allyn & Bacon.
- Matis, H. (2003). Nuclear science: A teachers guide to the nuclear science wall chart. Berkeley, California:CPEP.
- McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2014). Research in education: Evidence-based inquiry, (Pearson new international edition). Essex: Pearson Publishing.
- Meşeci, B., Tekin, S. ve Karamustafaoğlu, S., (2013). Maddenin tanecikli yapısıyla ilgili kavram yanlışlarının tespiti. *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5 (9), 20-40.
- Millar, R. (1994). School students' understanding of key ideas about radioactivity and ionizing radiation. *Public Understanding of Science*, 3, 53-70.
- Millar, R., & Gill, J. S. (1993). *Irradiation and contamination: school students' understanding of two key ideas about radioactivity*. *Science Education Research Paper 93/02*, University of York, Department of Educational Studies.
- Millar, R., & Gill, J. S. (1996). School students' understanding of processes involving radioactive substances and ionizing radiation. *Physics Education* 31 (1), 27-33.
- Millar, R., Klaassen, K., & Eijkelhof, H. (1990). Teaching about radioactivity and ionising radiation: an alternative approach. *Physics Education*, 25, 338-342.
- MEB. (2006). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi (6, 7, ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: MEB Yayıncılık
- MEB. (2007a). *Ortaöğretim 9. sınıf kimya dersi öğretim programı*. Ankara: MEB Yayıncılık.
- MEB. (2007b). *Ortaöğretim 9. sınıf fizik dersi öğretim programı*. Ankara: MEB Yayıncılık.

- MEB. (2008). İlköğretim kurumları yönetmeliği. Milli Eğitim Bakanlığı Mevzuat Bankası. [http://mevzuat.meb.gov.tr/html/225\\_0.html](http://mevzuat.meb.gov.tr/html/225_0.html).
- MEB. (2011a). *Ortaöğretim 10. sınıf kimya dersi öğretim programı (2 ders saati/ hafta)*. Ankara: MEB Yayıncılık.
- MEB. (2011b). *Ortaöğretim 10. sınıf kimya dersi öğretim programı (3 ders saati/ hafta)*. Ankara: MEB Yayıncılık.
- MEB. (2011c). *Ortaöğretim 11. sınıf fizik dersi öğretim programı*. Ankara: MEB Yayıncılık.
- MEB. (2011d). *Ortaöğretim 11. sınıf kimya dersi öğretim programı (2 ders saati/ hafta)*. Ankara: MEB Yayıncılık.
- MEB. (2011e). *Ortaöğretim 11. sınıf kimya dersi öğretim programı (4 ders saati/ hafta)*. Ankara: MEB Yayıncılık.
- MEB. (2011f). *Ortaöğretim 12. sınıf kimya dersi öğretim programı (2 ders saati/ hafta)*. Ankara: MEB Yayıncılık.
- MEB. (2011g). *Ortaöğretim 12. sınıf kimya dersi öğretim programı (3 ders saati/ hafta)*. Ankara: MEB Yayıncılık.
- MEB. (2011h). *Ortaöğretim 12. sınıf fizik dersi öğretim programı*. Ankara: MEB Yayıncılık.
- MEB. (2012). *Radyasyondan korunma*. Ankara: MEB yayınları.
- MEB. (2013a). *Ortaöğretim (9, 10, 11, 12. sınıflar) fizik dersi öğretim programı*. Ankara: MEB Yayıncılık.
- MEB. (2013b). *İlköğretim kurumları (3, 4, 5, 6, 7, 8. sınıflar) fen bilimleri dersi öğretim programı*. Ankara: MEB Yayıncılık.
- MEB. (2013c). *Ortaöğretim biyoloji dersi (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: MEB Yayıncılık.
- MEB. (2013d). *Ortaöğretim (9, 10, 11, 12. sınıflar) kimya dersi öğretim programı*. Ankara: MEB Yayıncılık.



- Morgil, İ., Uludağ, N. ve Yılmaz, A. (2004). Lise kimya 2 ders kitabında yer alan radyoaktivite konusunun incelenmesi, öğrencilerin bu konudaki bilgilerinin araştırılması ve öneriler. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 206-215.
- Mortimer, E. (1993). Studying conceptual evolution in the classroom as conceptual profile change. In B. Gowin (ed.) *Third international seminar of misconceptions and educational strategies in science and mathematics* (New York: Cornell University).
- Mubeen, M. S., Abbas, Q., & Nisar, N. (2008) Knowledge about ionising and non-ionising radiation among medical students. *J Ayub Med Coll Abbottabad* 20 (1), 118-121. <http://www.ayubmed.edu.pk/JAMC/PAST/20-1/Mubeen.pdf> adresinden 28 Nisan 2014 tarihinde alınmıştır.
- Mussen, P. H., Conger, J. J., & Kagan, J. (1963). *Child development and personality*. New York: Harper & Row.
- Nakiboğlu, C. (2003). Instructional misconceptions of turkish prospective chemistry teachers about atomic orbitals and hybridization. *Chemistry Education: Research and Practice*, 4 (2), 171-188.
- Nakiboğlu, C. (2006). Fen ve teknoloji öğretiminde yanlış kavramlar. İçinde M. Bahar (Ed.) *Fen ve teknoloji öğretimi* (s. 191-217). Pegem A yayıncılık: Ankara.
- Nakiboğlu, C. ve Poyraz, H. E. (2006). Üniversite kimya öğrencilerinin atom ve kimyasal bağlar konularını açıklamada “insana özgü dil ve canlılığı” kullanmalarının incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14 (1), 83-90.
- Nakiboğlu, C., & Tekin, B. B. (2006). Identifying students' misconceptions about nuclear chemistry. a study of turkish high school students. *Journal of Chemical Education* 83 (11), 1712-1718.
- National Board for Professional Teaching Standards. (2002). What teachers should know and be able to do. [http://www.nbpts.org/sites/default/files/what\\_teachers\\_should\\_know.pdf](http://www.nbpts.org/sites/default/files/what_teachers_should_know.pdf) adresinden 20 Mayıs 2016 tarihinde alınmıştır.

- National Safety Council's Environmental Health Center. (2007). *Understanding radiation in our world*. Washington DC: NSCEHC.
- Neumann, S., & Hopf, M. (2012). Students' conceptions about 'radiation': results from an explorative interview study of 9th grade students. *Journal of Science Education and Technology*, 21 (6), 826-834, doi:10.1007/s10956-012-9369-9.
- Neumann, S., & Hopf, M. (2013a). Children's drawings about "radiation" - before and after fukushima. *Research in Science Education*, 43 (4) 1535-1549. doi: 10.1007/s11165-012-9320-3
- Neumann, S., & Hopf, M. (2013b). Students' ideas about nuclear radiation -before and after fukushima. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 9 (4), 393-404.
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric theory* (2nd ed.). New York: McGraw-Hill.
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory* (3rd Edition). New York: Mc Graw Hill.
- Orman, A. (2012). *Polonya ve Türkiye'de sınıf öğretmeni yetiştirme programlarının karşılaştırılması* (Yüksek lisans tezi). Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Ormancı, Ü., & Özcan, S. (2012). The effectiveness of drama method in unit "the systems in our bodies in science and technology course: Using two tier diagnostic test. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 6 (2), 153-182.
- Orna, M. V. (2010) *Nuclear Chemistry: A Sourcebook Module*. New Rochelle New york: College of New Rochelle, Chemistry Department (p.6) [http://chemmovies.unl.edu/chem\\_source\\_pdf/NUCL.pdf](http://chemmovies.unl.edu/chem_source_pdf/NUCL.pdf) adresinden 28 Nisan 2014 tarihinde alınmıştır.
- ÖSYM. (2015). *2015 Öğrenci seçme ve yerleştirme sistemi (ÖSYM) yükseköğretim programları ve kontenjanları kılavuzu*. ÖSYM: Ankara
- Özay, E. (2006). Biyoloji ders kitapları üzerine yapılan çalışmalar. *Atatürk Üniversitesi Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1 (1), 68-79.

- Özdemir, G., & Clark, D. B. (2007). An overview of conceptual change theories. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3 (4), 351-361.
- Özgür, S. ve Bostan, A. (2007). Atom kavramını epistemolojik analizi ve öğrencilerin konu ile ilgili kavram yanlışlarının karılatırılması. *New World Sciences Academy*, 2 (3), 214-231.
- Özmen, H. (2004). Fen öğretiminde öğrenme teorileri ve teknoloji destekli yapılandırmacı (Constructivist) öğrenme. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3 (1), 100-111.
- Özmen, H. (2005). Kimya öğretiminde yanlış kavramalar: Bir literatür araştırması. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3 (1), 23-45.
- Palmer, A. (2001). *Fifty modern thinkers on education: from Piaget to the present*. London: Routledge.
- Peşman, H. (2005). *Development of a three-tier test to assess ninth grade students' misconceptions about simple electric circuits*. (Yüksek Lisans Tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Prather, E. E. (2000). *An investigation into what students think and how they learn about ionizing radiation and radioactivity* (Doctoral dissertation). The University of Maine, Maine.
- Prather, E. E. (2005). Students' beliefs about the role of atoms in radioactive decay and half-life. *Journal of Geoscience Education*, 53 (4), 345-354.
- Prather, E. E., & Harrington, R. R. (2001). Student understanding of ionising radiation and radioactivity. *Journal of College Science Teaching*, 31 (2), 89-93.
- Parthemore, J. (2010). *Concepts enacted: confronting the obstacles and paradoxes inherent in pursuing a scientific understanding of the building blocks of human thought* (Doctoral dissertation). University of Sussex, Brighton.

- Pesonen, J. P. (2002) *Concepts and object-oriented knowledge representation* (Master Thesis). University of Helsinki Department of Cognitive Science, Helsinki.
- Pöyhönen, S. (2013) Natural kinds and concept eliminativism. In V. Karakostas & D. Dieks (Eds), *EPSA11 Perspectives and foundational problems in philosophy of science*, 2, (pp. 167-179) London: Springer.
- Rego, F., & Peralta, L. (2006). Portuguese student's knowledge of radiation physics. *Physics Education*, 41 (3), 259-262.
- Reull, Peter. (30.04.2013). Understanding Student Weaknesses. *Harvard Gazette* <http://www.news.harvard.edu/gazette/story/2013/understanding-student-weaknesses/> adresinden 10 Nisan 2013 tarihinde alınmıştır.
- Robinson, K. (Şubat, 2006). Ken Robinson: How schools kill creativity [Video dosyası].[http://www.ted.com/talks/ken\\_robinson\\_says\\_schools\\_kill\\_creativity](http://www.ted.com/talks/ken_robinson_says_schools_kill_creativity) adresinden 01 Ocak 2013 tarihinde alınmıştır.
- Ross, B., & Munby, H. (1991). Concept mapping and misconceptions: A study of high school students' understanding of acids & bases. *International Journal of Science Education*, 13, 11-24.
- Rubio, C. M. (2009). Effective teachers – Professional and personal skills. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3282843.pdf> adresinden 15 Aralık 2015 tarihinde alınmıştır.
- Ruiz Primo, M.A. (2000). On the use of concept maps as an assessment tool in science: What we have learned so far. *Revista Electronica de Investigacion Educativa*, 2 (1), 29-53.
- Sanders, M. (2007). The science teacher's repertoire. In Van Rooyen, H. & De Beer, J. (Eds.), *Teaching Science in the OBE Classroom* (pp. 32-38). (1st ed.) Gauteng South Africa: Macmillian.
- Sanders, M., & Nduna, B. (2007). So What's the new curriculum all about? In Van Rooyen, H. & De Beer, J. (Eds.), *Teaching science in the OBE classroom* (pp. 24-25). (1st ed.) Gauteng South Africa: Macmillian.

- Sarp, N. (1995). Öğretmenlerin ilkokula başlayan çocuklarda gözledikleri sorunlar ve bu sorunlara yaklaşımları. *Kriz Dergisi*, 3 (1), 129-132.
- Schaffer, D. L. (2013). *The development and validation of a three-tier diagnostic test measuring pre-service elementary education and secondary science teachers' understanding of the water cycle* (Doctoral dissertation). University of Missouri, Columbia.
- Scott, E. C. (2004). *Evolution vs creationism: An introduction*. California: University of California Press.
- Senemoğlu, N. (1994). Sınıf öğretmeni bilgiyi aktaran kişi değil, bilgiye ulaşma yollarını öğreten kişidir (A primary teacher is not a person who transfer knowledge to students, but is a person who teaches students how to find information). MPM Kalkınma Anahtar Verimlilik (MPM Productivity as the Key in Development). No. 81
- Senemoğlu, N. (2012). *Gelişim öğrenme ve öğretim*. Ankara: Pegem Akademi.
- Shimbun, Y. (21.08.2011). Better radiation education needed to end prejudice. *The Daily Yomiuri*. <http://enformable.com/2011/08/fukushima-residents-face-prejudice-and-discrimination-post-nuclear-disaster/> adresinden 11 Şubat 2014 tarihinde alınmıştır.
- Skelly, K. M. (1993). The Development and Validation of a Categorization of Sources of Misconceptions in Chemistry. In J. D. Novak (Ed.), *The proceeding of the third international seminar on misconceptions and educational strategies in science and mathematics*, (pp.1496-1535). NewYork: Cornell University, Ithaca.
- Spaulding, A. D., Wiegand, B. R., & O'rourke, P. D. (2006). Consumer knowledge and perceptions of food irradiation: ground beef study. *Journal of Food Distribution Research*, 37 (01), 167-173.
- Stoica, I., Moraru, S., & Miron, C. (2011). Concept maps, a must for the modern teaching-learning process. *Romanian Reports in Physics*, 63 (2), 567-576.
- Stone, C. A., & Zhu, X. (2015). *Bayesian analysis of item response theory models using SAS*. Cary, NC: SAS Institute Inc.

- Strader, M. (2009). *Ideal teaching: Exploring the attributes of an "ideal teacher" in the church educational system for the church of Jesus Christ of Latter-day Saints*. (Doctoral dissertation). School of Education of George Fox University, Newberg.
- Talanquer, V. (2006), Common sense chemistry: A model for understanding students' alternative conceptions. *Journal of Chemical Education*, 83, 811-816.
- Tatar, M. (2004). Etkili öğretmen. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1 (11), 1-12.
- Stiggins, R. (2005). From formative assessment to assessment for learning: A path to success in standards-based schools. *Phi Delta Kappan*, 87 ( 4), 324-328.
- Şahin, Ç., & Çepni, S. (2011). Development of a two tiered test for determining differentiation in conceptual structure related to "floating-sinking, buoyancy and pressure" concepts. *Turkish Science Education*, 8 (1), 79-110.
- Şekerci, A. R. (2015). Development of diagnostic branched tree test for high school chemistry concepts. *Oxidation Communication*, 38 (2A),1060-1067.
- Taşlıdere, E., Korur, F. ve Eryılmaz, A. (2012). Kavram yanlışlarının üç-aşamalı sorularla farklı bir şekilde değerlendirilmesi. *X. Ulusal Fen Bilimleri Kongresi*. Niğde Üniversitesi, 27-30 Haziran 2012, Niğde. "[CD-ROM],– Tam Metinler, 2312-29\_05\_2012-14" s.1-6.
- Treagust, D. F. (1986). Evaluating students' misconceptions by means of diagnostic multiple choice Maddes. *Research in Science Education*, 16, 199-207. doi:10.1007/BF02356835
- Treagust, D. F. (1988). The development and use of diagnostic instruments to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 1. 159-169.
- Treagust D. F. (2006), Diagnostic assessment in science as a means to improving teaching, learning and retention. *UniServe science-symposium proceedings: Assessment in science teaching and learning* (pp. 1-9), Sydney, Australia: Uniserve Science.

- Treagust, D. F. (2009). Multiple perspectives of conceptual change in science and the challenges ahead. *Journal of Science and Mathematics*, 32 (2), 89-104.
- Tsaparlis, G., Hartzavalos, S., & Nakiboğlu, C. (2013). Students' knowledge of nuclear science and its connection with civic scientific literacy in two european contexts: the case of newspaper articles. *Science & Education*, 22, 1963-1991. doi:10.1007/s11191-013-9578-5
- Türker, F. (2005). *Developing a three-tier test to assess high school students' misconceptions concerning force and motion* (Yüksek Lisans Tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Türkiye Atom Enerjisi Kurumu. (2014). Radyasyon yaşamımızın bir parçasıdır! [http://www.taek.gov.tr/ogrenci/bolum4\\_03.html](http://www.taek.gov.tr/ogrenci/bolum4_03.html) adresimnden 20 Haziran 2014 tarihinde alınmıştır.
- Uğurlu, R. ve Akkoç, H. (2011). Matematik öğretmen adaylarının ölçme-değerlendirme bilgilerinin gelişiminin tamamlayıcı-şekillendirici ölçme-değerlendirme bağlamında incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 155-167.
- Urbina, S. (2014). *Essentials of psychological testing*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- U.S. Environmental Protection Agency. (2012). *Radiation: Facts, risks and realities*. <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-05/documents/402-k-10-008.pdf> adresinden 01 Nisan 2014 tarihinde alınmıştır.
- Usta, N. D., & Ayas, A. (2010). Common misconceptions in nuclear chemistry unit. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2 (2), 1432-1436.
- Volante, L., & Fazio, X. (2007). Exploring teacher candidates' assessment literacy: implications for teacher education reforms and professional development. *Canadian Journal of Education*, 30 (3), 749-770.

- Vosniadou, S. (2012). Reframing the classical approach to conceptual change: Preconceptions, misconceptions and synthetic models. In Frazer, Tobin, McRobbie (Eds). *Second international handbook of science education*, vol. 24, (pp. 119-130). London Newyork: Springer.
- Wessel, W. E. (1998) *Knowledge construction in high school physics: A study of student/teacher interaction*, (Doctoral dissertation). University of Regina, Regina.
- World Nuclear Association. (2009a). *Power Reactors - characteristics*. <http://www.worldnuclear.org/uploadedfiles/org/pocketguide/Pocket%20Guide%202009%20Reactors.pdf> adresinden 01 Ocak 2014 tarihinde alınmıştır.
- World Nuclear Association. (2009b). *Uranium - from mine to mill*. <http://www.worldnuclear.org/uploadedfiles/org/pocketguide/Pocket%20Guide%202009%20Uranium.pdf> 01 Ocak 2014 tarihinde alınmıştır.
- World Nuclear Association. (2012). Radiation and Life. <http://www.worldnuclear.org/information-library/safety-and-security/radiation-and-health/radiation-and-life.aspx> adresinden 01 Ocak 2014 tarihinde alınmıştır.
- Yağbasan, R. ve Gülçiçek, Ç. (2003). Fen öğretiminde kavram yanlışlarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi 1* (13), 102-120.
- Yandila, C. D., Nkumba, M. P., & Kazoozu, M. (2005). The opinions of physics teachers on the nature of the content of physics senior secondary syllabi and resources. *Journal of Baltic Science Education*, 1 (7), 70-83.
- Yalçın, A. (2003). *Lise 2. sınıf öğrencilerinin radyoaktivite ve çekirdek tepkimeleri konusunda başarılarına ve kavramsal algılamalarına yapılandırmacı yaklaşımın etkisi ve öğrencilerin bu konu hakkındaki yanlış kavramlarının tespiti* (Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yorke, M. (2003). Formative assessment in higher education: Moves towards theory and the enhancement of pedagogic practice. *Higher Education*, 45, 477-501.



- YÖK/Dünya Bankası. (1997). *Fizik Öğretimi*. Milli Eğitimi Geliştirme Projesi.
- Zembat, İ. Ö. (2013a). Sayıların farklı algılanması - sorun sayılarda mı, öğrencilerde mi, yoksa öğretmenlerde mi? İçinde Özmantar, M. F., Bingölbali, E., ve Akkoç, H. (Eds.) *Matematiksel kavram yanılgıları ve çözüm önerileri* (s. 41-57). Ankara: Pegem Akademi.
- Zembat, İ. Ö. (2013b). Kavram yanılgısı nedir? İçinde Özmantar, M. F., Bingölbali, E., ve Akkoç, H. (Eds.) *Matematiksel kavram yanılgıları ve çözüm önerileri* (s. 1-8). Ankara: Pegem Akademi.
- Zirbel, E. L. (2004). Framework for conceptual change. *Astronomy Education Review*, 3 (1), 62-76.
- Zirbel, E. L. (2006a). Learning, concept formation and conceptual change. <http://cosmos.phy.tufts.edu/~zirbel/ScienceEd/Learning-and-Concept-Formation.pdf> adresinden 14 Ocak 2014 tarihinde alınmıştır.
- Zirbel, E. L. (2006b). Teaching to promote deep understanding and instigate conceptual change. *Bulletin of the American Astronomical Society*, 38, 1220.
- 1739 Devlet Memurları Kanunu (1965), T.C. Resmî Gazete, 14574, 14.06.1973.
- 25212 Milli Eğitim Bakanlığı İlköğretim Kurumları yönetmeliği, T.C. Resmî Gazete, 27.08.2003

**URL-1:**

<http://www.kadinlarkulubu.com/archive/index.php/t-241178.html>

(Erişim Tarihi: 20 Haziran 2014).

**URL-2:**

<http://www.kansertakip.com/onkolojicevap/radyoterapi-ve-%C3%A7ocuklar.htm>

(Erişim Tarihi: 20 Haziran 2014).

**URL-3:**

[http://www.yok.gov.tr/documents/10279/49665/sinif\\_ogretmenligi.pdf/32dd5579-2e4d-454e-8c91-5e0594ebdf48](http://www.yok.gov.tr/documents/10279/49665/sinif_ogretmenligi.pdf/32dd5579-2e4d-454e-8c91-5e0594ebdf48)

(Erişim Tarihi: 20 Ocak 2015).

**URL-4:**

[http://mebk12.meb.gov.tr/meb\\_iys\\_dosyalar/61/01/973843/dosyalar/2013\\_04/17093227\\_snfretmeni.docx](http://mebk12.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/61/01/973843/dosyalar/2013_04/17093227_snfretmeni.docx)

(Erişim Tarihi: 20 Ocak 2015).



## Ekler

### Ek-1: Araştırma İzni Belgesi 1 (Afyon Kocatepe Üniversitesi)

Evrak Tarih ve Sayısı: 09/06/2015-7060



T.C.  
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ  
Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı

Sayı : 70813604-044-  
Konu : Araştırma İzni

DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE  
Evliya Çelebi Yerleşkesi  
KÜTAHYA

İlgi : 08.05.2015 tarih ve 45295868-044-4208 sayılı yazınız.

Üniversiteniz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Sınıf Öğretmenliği Doktora programı öğrencisi Cengiz BAŞAR'ın "Günlük Hayatta Nükleer Kimya" konulu anket çalışmasını Üniversitemiz Eğitim Fakültesi Sınıf ve Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümü öğrencilerine uygulaması uygun görülmüştür.

Bilgilerinize arz ederim.

e-İmzalıdır  
Prof.Dr. Mehmet Kemalettin ÇONKAR  
Rektör a.  
Rektör Yardımcısı

BELGENİN ASLI  
ELEKTRONİK İMZALIDIR

2015  
TU Başbakan

Ali DURĞUT  
Memur

Evrak Doğrulama İçin : <http://193.255.51.76/enVision/Dogrula/84P3DF>

Afyon Kocatepe Üniversitesi Ahmet Necdet Sezer Kampüsü Rektörlük Binası B Blok Kat:1 Afyon  
Tel:0272 2281124 Faks:0272 2281181  
E-Posta : gensek@aku.edu.tr



Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

## Ek-2: Araştırma İzni Belgesi 2 (Pamukkale Üniversitesi)

Evrak Tarih ve Sayısı: 28/05/2015-E.10009



T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
Genel Sekreterlik

Sayı :27848278-044/  
Konu :Anket İzni (Cengiz BAŞAR)

DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE

İlgi :07/05/2015 tarih ve 40941991-300-17453 sayılı yazınız.

İlgi yazınız ile bildirilen; Üniversiteniz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Sınıf Öğretmenliği Doktora Programı öğrencisi Cengiz BAŞAR'ın, "Günlük Hayatta Nükleer Kimya" konulu araştırmasına ilişkin anket formunu, Üniversitemizin Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Sınıf Öğretmenliği Anabilim Dalı öğrencilerince uygulama talebi, Rektörlüğümüzce uygun bulunmuştur.

Bilgilerinize arz ederim.

Prof. Dr. Selahittin ÖZÇELİK  
Rektör a.  
Rektör Yardımcısı

BELGENİN ASLI  
ELEKTRONİK İMZALIDIR  
Serap KIVRAK  
jr

Evrakı Doğrulamak İçin : <http://dys.pau.edu.tr/enVision/Dogrula/LM32ALF>

Kınıklı Kampüsü 20160/DENİZLİ

Tel: 0 258 296 20 61

E-Posta:

Faks: 0 (258) 0

Elektronik Ağ:<http://www.pau.edu.tr/genelsekreterlik/tr>

Ayrıntılı bilgi için irtibat : Serap KIVRAK



Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

### Ek-3: Araştırma İzni Belgesi 3 (Dumlupınar Üniversitesi)

Evrak Tarih ve Sayısı: 18/05/2015-19527



T. C.  
DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ  
Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı



Sayı : 45295868-044-  
Konu : Anketler (Cengiz BAŞAR)

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 14/05/2015 tarihli ve 40927466-044-18906 sayılı yazı.

Enstitünüz doktora programı öğrencisi Cengiz BAŞAR'ın "Günlük Hayatta Nükleer Kimya" konulu anket çalışması Eğitim Fakültesi Dekanlığınca incelenmiş olup, Rektörlüğümüzce uygun görülmüştür.  
Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

*e-imza*

Prof. Dr. Mehmet Tevfik BAYER  
Rektör a.  
Rektör Yardımcısı

EK :  
1-İlgi yazı sureti

Evliya Çelebi Yerleşkesi Tavşanlı Yolu 10. Km 43100 KÜTAHYA  
Telefon: 2742652031  
E-Posta: ogrisi@dpu.edu.tr

Ayrıntılı bilgi için irtibat: S.İKİEL Memur  
Faks: 2742652027  
Elektronik ağ: <http://www.dpu.edu.tr>

Bu belge, 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununa göre Güvenli Elektronik İmza ile imzalanmıştır.

## Özgeçmiş

### Kişisel Bilgiler

Adı soyadı: Cengiz Başar

Doğum tarihi: 20/06/1974

Doğum yeri: Diyarbakır

E-Posta: cengiz.basar@dpu.edu.tr

### Öğrenim Durumu

1995- 2000: Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü

2004- 2006: Johannesburg Üniversitesi, Mühendislik Yönetimi Enstitüsü, (Master)

2006- 2008: Johannesburg Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, (Yüksek lisans)

### İş Deneyimi

2012-2015: Dumlupınar Üniversitesi Eğitim Fakültesi (Öğretim Görevlisi)

2015 (Devam Ediyor): Dumlupınar Üniversitesi Emet Meslek Yüksekokulu (Öğretim Görevlisi)

