

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Radyoaktiflikle İlgili Bilgi Düzeyleri¹

Zehra MOLU¹, Hülya KAHYAOĞLU¹, Ela Ayşe KÖKSAL*¹

¹Ömer Halisdemir Üniversitesi

ÖZ: Bu çalışma fen öğretmen adaylarının radyoaktiflik ile ilgili bilgilerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Geliştirilen bilgi testi 2014-15 akademik yılı güz döneminde Genel Kimya I dersine katılan 56 fen bilgisi öğretmen adayına uygulanmıştır. Fen bilgisi öğretmen adaylarından elde edilen yazılı kâğıtları okunup değerlendirilerek açık uçlu sorulara verilen yanıtlar "tam doğru", "kavram yanılgısı", "yanlış" ve "boş"; çoktan seçmeli sorulara verilen yanıtlar ise "doğru" ve "yanlış" olarak sınıflandırılmıştır. Fen bilgisi öğretmen adayları açık uçlu sorulara % 9 (kavram tanımı, soru 15) ile % 86 (radyoaktifliğin kullanım alanı, soru 14); çoktan seçmeli sorulara ise % 5 (kavram tanımı ve nükleer tepkimeler, soru 21, 23 ve 33) ile % 98 (kavram örneği, soru 20) oranlarında doğru yanıt vermiştir. Fen bilgisi öğretmen adayları radyoaktiflik kavramı, uyarı resmi, nükleer santral (1, 13 ve 16. sorular); izotop kavramı (4. soru); doğal ve yapay çekirdek tepkimesi (6. soru); kayaların yaşları (8. soru); atom bombası (10. soru); hidrojen bombası (11. soru) ve çekirdek ışınları (15. soru) hakkında yanlış kavramalara sahiptir.

Anahtar kelimeler: Radyoaktiflik, fen öğretmen adayları, kavram yanılgısı.

Knowledge Levels of Pre-Service Science Teachers on Radioactivity

ABSTRACT: This study aims to determine the knowledge levels of pre-service science teachers about radioactivity. A knowledge test was administered to 56 pre-service science teachers participated in the General Chemistry I course in the fall semester of 2014-15 academic year. Papers derived from the pre-service science teachers were read and evaluated, and the responses were classified as "accurate", "misconception", "wrong" and "empty" categories for open-ended questions and the responses to the multiple-choice questions were classified as "right" and "wrong". The pre-service science teachers' correct response rates were between 9 % (definition of "nuclear radiation" concept, question 15) and 86 % (radioactivity uses, question 14) in open-ended questions whereas in multiple choice questions the ratio of correct answers ranged from 5 % (concept definition and nuclear reactions, questions 21, 23 and 33) to 98 % (sample of concept, question 20). Pre-service science teachers hold misconceptions on the radioactivity, warning picture, nuclear power plant (questions 1, 13, and 16); isotopes (question 4); natural and artificial nucleus reaction (question 6); age of the rocks (question 8); atomic bomb (question 10); hydrogen bomb (question 11) and core irradiation (question 15).

Keywords: Radioactivity, pre-service science teachers, misconception.

¹ Bu çalışma, yazarlar tarafından IV Kimya Eğitimi Kongresi'nde sunulmuştur.

GİRİŞ

Radyoaktiflik, dünyadaki yaşamı etkileyen önemli bilgileri içeren konulardan biridir (Morgil, Yılmaz ve Uludağ, 2004). Radyoaktiflik konusunun öğretilmesinin iki nedeni vardır; birincisi günlük hayatta sıklıkla karşılaşılması, ikincisi ise konu hakkında yeterli bilgi sahibi olunamaması ve yanlış kavramaların önüne geçilememesidir. Örneğin, radyoaktiflik günlük hayatta tıp alanındaki tanılarda, fosil ve kayaçların yaş tayininde sıklıkla kullanılmaktadır. Radyoaktiflik konusunda öğrencilerin sıkıntı yaşamasının nedeni Klasson'a (1990) göre atomun yapısını kavrayamamaları; Prather'e (1998) göre ise radyasyon ve radyoaktiflik kavramlarını birbirine karıştırmaları, radyasyonun sonucu olarak radyoaktifliğin ve çevre kirliliğinin meydana geldiğini düşünmeleri ve radyoaktif kirlenmenin atomların değerlik elektronlarının değişmesi sonucu oluştuğuna inanmalarıdır (akt. Morgil ve ark., 2004). Bu nedenlerden dolayı radyoaktiflik konusu öğretilirken bu yanlışlar değiştirilememektedir (Millar, Klaassen ve Eijkelhof, 1990 akt. Tezcan ve Erçoklu, 2003).

Bu çalışma radyoaktiflik konusunda üniversitede fen bilgisi öğretmenliği bölümüne devam eden öğrencilerin anlamalarını ve kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak amacıyla yapılmıştır. Öğretmen adaylarıyla böyle bir çalışma yapılmasının nedeni daha önce okudukları lise seviyesinde radyoaktifliğin önemli bir konu olduğunun (Morgil ve ark., 2004) belirtilmesidir. Ancak sınıflar kalabalık ve laboratuvarında deney yapma imkânı sınırlı olduğundan konu daha çok, öğretmenin teorik sunumu şeklinde öğretmen merkezli olarak öğretilmekte, öğrenciler ders esnasında pasif bir rol almaktadırlar. Bu uygulamalardan dolayı da radyoaktiflik konusu genellikle öğrenciler tarafından Hiroşima, Nagazaki veya Çernobil olayları olarak tanınmaktadır (Morgil ve ark., 2004). Lise öğrencilerinin radyoaktiflik konusunda yanlış kavramalara sahip olduklarını ve bu yanlışların ders kitaplarında da yer aldığı görülmektedir (Yalçın ve Kılıç (2005). Bununla birlikte lise öğrencilerinin radyoaktiflik konusundaki başarılarının ve kimyaya ve bilgisayara yönelik tutumlarının bilgisayar destekli eğitim (BDE) ile geliştiği görülmüştür (Akçay, Tüysüz, Feyzioğlu ve Uçar, 2007). Etkileşimli olarak hazırlanan görsel-işitsel materyallerin tek başına ya da geleneksel öğretimle birlikte uygulandığında öğrencilerin başarı ve tutumlarını geleneksel öğretime göre istatistiksel olarak artırmıştır (Akçay ve ark., 2007).

Üniversite düzeyindeki fen bilgisi ve sınıf öğretmeni adayları, ağır metal ve radyasyon konusunda orta düzeyde başarı göstermişlerdir (Aydın, 2013). Animasyon ve simülasyon içeren BDE ve kavramsal değişim metinleri ayrı ayrı ve beraber kullanıldığında fen bilgisi öğretmen adaylarının radyoaktiflikle ilgili yanlış kavramalarının giderilmesinde etkili olmuştur (Yumuşak, Maraş ve Şahin, 2015). Çoğu radyoaktiflik kavramı soyut olduğundan bunları BDE aracılığıyla somut hale getirmek öğrencilerin konuyu doğru anlamasını sağlamıştır (Yumuşak ve ark., 2015). Ayrıca bu durumda geleneksel yöntemle karşılaştırıldığında BDE'de öğrenci zihnini büyük oranda odaklayabilmesi ve derse yönelik güdü ve ilgisinin canlı kalması sağlanmıştır.

Öğretmen adaylarının radyoaktiflik konusundaki başarılarına aktif öğrenme yaklaşımının etkisi olduğu da görülmüştür. Sosyal Bilgiler Öğretmenliğinde öğrenim gören öğrencilerle yapılan çalışma (Önal, 2008) aktif öğrenme modeline göre işlenen derslerin geleneksel öğretime göre öğrencilerin çevre kirliliği (hava, su, toprak ve radyoaktif kirlilik) ile ilgili başarılarını ve derse ve konuya yönelik tutumlarını anlamlı olarak artırdığını göstermektedir (Önal, 2008). Aktif öğrenme; gezi-gözlem, tartışma ve örnek olay yöntemleri ile beyin fırtınası, araştırma grupları ve yerine koyma tekniklerini içermektedir (Önal, 2008).

Son yıllarda pek çok bilim insanı fen öğretimiyle ilgili çalışmalar yapmakta ve öğrencilerin neden başarısız olduğunu ve yanlış kavramalara sahip olduğunu araştırmaktadır (Tezcan ve Erçoklu, 2003). Yanlış kavrama, bilimsel olarak doğru olmayan ama öğrencilerin, kendilerine özgü bir biçimde anlamlandırdıkları kavramlar olarak tanımlanabilir (Nakiboğlu, 2006, 193, 198-199). Deneyim ve öğretimden kaynaklanan yanlış kavramaların (Skelly & Hall, 1993 akt. Nakiboğlu, 2006, 200) kaynağı ön bilgiler, konuşma dili, benzeşim ve mecazlar, model ve simgeler ile ders kitapları ve öğretmenlerdir (Nakiboğlu, 2006, 201-202).

Yapılan alan yazın taramasında ülkemizde özellikle öğretmen eğitiminde olmak üzere radyoaktivite eğitimi konusunda yapılan çalışmaların azlığı dikkati çekmektedir. Dönmez Usta ve Ayas (2010) tarafından nükleer kimya, radyoaktiflik, radyasyon, yanlış kavrama anahtar kelimeleri kullanılarak yapılan alan yazın araştırmasında da belirtildiği gibi az sayıda bulunan çalışmalar genellikle öğrencilerle yapılmış olduğundan, öğretmen adaylarıyla ve öğretmenlerle yapılacak çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Tsaparlis, Hartzavalos ve Nakiboğlu, (2013) Türk ve Yunan üniversite öğrenci ve öğretmen adaylarının termonükleer reaktör ve seyreltilmiş uranyum konularındaki fen okuryazarlıklarını araştırmış; ancak bulgularının moral bozucu olduğunu ve lise programlarında bu konuların zaten kapsamadığını belirtmiş; çekirdek bilimi alanındaki öğrenme gücünü ve yanlış kavramalara karşı ne yapılabileceğini tartışmışlardır.

Bu çalışmada, fen bilgisi öğretmenliğinde okuyan aday öğretmenlerin radyoaktiflik konusundaki ön-bilgilerini ve hazır bulunuşluklarını ölçmek, bilgi ve kavrama düzeylerini belirlemek amaçlanmıştır. Bu suretle gerek öğretmen eğitimcilerine gerekse alan yazına bu konuda katkı sağlamak planlanmıştır.

YÖNTEM

Araştırma modeli

Fen Bilgisi öğretmen adaylarının radyoaktiflik ile ilgili bilgilerinin belirlenmesi amacını taşıyan bu çalışmada tarama modeli kullanılmıştır. Tarama modeli, var olan durumu betimlemeyi amaçlayan araştırma yaklaşımıdır (Karasar, 2009, s.77).

Evren ve örneklem

Araştırmanın evrenini 2014-15 akademik yılı güz döneminde Türkiye'deki üniversitelerin eğitim fakültelerinin fen bilgisi öğretmenliği bölümlerinde öğrenim gören 1. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Örneklem olarak Niğde Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünde öğrenim gören ve Genel Kimya I dersine devam eden 56 1. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Örneklem ulaşılabilir ve uygulamanın yapılabildiği gruptan seçildiğinden seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden Uygun Örnekleme kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2012).

Veri toplama aracı

Fen öğretmen adaylarının radyoaktiflikle ilgili bilgi düzeylerini belirlemeyi amaçlayan bu çalışmada Radyoaktiflik Bilgi Testi kullanılmıştır. Testin kapsam geçerliğine kanıt sağlamak için alan yazından ve lise kimya programından yararlanılarak radyoaktiflik konusuyla ilgili konu ve kazanımlar belirlenmiştir. Fen bilgisi öğretmenliği programında radyoaktiflik konusu aynı sınıfın 2. dönemindeki Genel Kimya II dersinde geçmektedir. Radyoaktiflik, Genel Kimya I dersinde atom, atomların elektron yapısı, periyodik çizelge ve kimyasal bağlar konularıyla ilgili olduğundan Çekirdek Kimyası başlığı altında Genel Kimya I dersinde verilmektedir. Bu çalışma fen öğretmen adaylarının radyoaktiflikle ilgili ön bilgilerini tespit etmeyi amaçladığından lise kimya programından yararlanılmış ve Genel Kimya I dersinde ilgili konunun öğretimi yapılmadan önce öğretmen adaylarının hazır bulunuşlukları belirlenmek istenmiştir. Testte yer alabilecek soru maddelerini içeren madde havuzu bu ölçütlere göre yeniden değerlendirilerek nihai test maddeleri yazılmıştır. Toplam 34 soruyu içeren testte 16 madde açık uçlu 18 madde ise çoktan seçmelidir. Nükleer tepkimeler (12 soru), radyoaktifliğin kullanım alanı (12 soru), kavram tanımı (6 soru), kimyasal ve nükleer tepkimeler arasındaki fark (2 soru), kavramsal modelleme (1 soru) ve kavram örneği (1 soru) konularından çıkan sorular bilişsel süreçlerin bilme ve uygulama düzeyinde hazırlanmıştır. Testin belirtke tablosu Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1: Radyoaktiflik bilgi testinin belirtke tablosu.

<u>Madde numarası</u>	<u>Konu alanı</u>	<u>Bilişsel süreç</u>
1, 4, 21, 32, 33, 34	kavram tanımı	bilme
2, 9	kimyasal-nükleer tepkimeler	uygulama
3, 5	nükleer tepkimeler (ışınlar, zararları)	bilme, uygulama
6, 22, 23, 24, 27	nükleer tepkimeler	bilme
7, 15, 28, 29	nükleer tepkimeler	uygulama
8, 10, 18, 25, 26, 30, 31	radyoaktifliğin kullanım alanı	bilme
11	radyoaktifliğin kullanım alanı	bilme, uygulama
12, 14, 16, 17	radyoaktifliğin kullanım alanı	uygulama
13	gösterim/modelleme	bilme
19	radyoaktif tepkime (füzyon)	bilme
20	kavram örneği	bilme

Testte öğrencilerin radyoaktiflikle ilgili bilgi düzeylerini daha iyi belirleyebilmek için hem açık uçlu hem de çoktan seçmeli sorular kullanılmıştır. Bunun yanında özellikle açık uçlu soru

maddeleri ile çoktan seçmeli soru maddeleri arasında olmakla beraber soruların birbiriyle ilişkili olmasına dikkat edilmiştir. Tablo 2’de sorular arasındaki ilişki gösterilmektedir.

Tablo 2: Radyoaktiflik bilgi testi soruları arasındaki ilişki.

Konu alanı	Soru maddeleri
ışın türleri	3 , 28, 29, 30
İzotop	4 (1. Bölüm), 20, 21
kararlılık kuşağı	5 , 21, 23
nükleer enerji	7, 14, 16 , 17, 18, 26, 30,
yaş tayini	8 , 17, 18, 30
nükleer enerji	9, 16 , 26
tanıma yöntemleri	12 , 17, 18, 30
çekirdek ışınları	15 , 28, 29
radyoaktif izotop	4 (2. Bölüm), 8, 12 , 18, 30
Füzyon	19, 27, 34
izotop çekirdek	4, 7 , 21
ışın türleri	22, 23, 24
nükleer reaktör	25, 31

Not: Açık uçlu sorular koyu olarak ifade edilmiştir.

Veri analizi

Hazırlanan bilgi testi, 2014-15 akademik yılı güz döneminde Genel Kimya I dersine katılan 56 fen öğretmeni adayına uygulanmıştır. Bu şekilde örneklemden elde edilen yazılı kâğıtları araştırmacılar tarafından okunup değerlendirilmiştir. Açık uçlu sorulara verilen yanıtlar “tam doğru”, “yarı doğru”, “kavram yanlışlığı”, “yanlış”, “boş” kategorileri halinde sınıflandırılmıştır. Çoktan seçmeli sorulara verilen yanıtlar ise doğru ve yanlış kategorileri halinde sınıflandırılmıştır.

Açık uçlu sorulara verilen yanıtlar değerlendirilirken ilk önce yanıt anahtarı hazırlanmıştır. Bu yanıt anahtarına göre fen öğretmeni adaylarının kâğıtları okunarak verilen cevaplar TİMSS açık uçlu soruları için kullanılan sınıflandırmaya uygun olarak kodlanmış ve değerlendirilmiştir. Örneğin 4. soru olan “İzotop kavramı nedir? Radyoaktif izotop nedir?” için yanıt anahtarı Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3: 4. soruya verilen yanıtları değerlendirmede kullanılan cevap anahtarı.

Bilgi Düzeyi	Kod	Yanıt
Tam Doğru	21-22	<i>Atom numarası aynı, kütle numarası farklı olan atomlara denir. Element izotoplarının ışın yapması çekirdeklerindeki nötron/proton oranına bağlıdır. Kararlı nötron/proton oranına sahip izotoplar ışın yapmaz. Kararlı doğal izotopların nötron sayıları proton sayılarına karşı grafiğe geçirilirse fazla geniş olmayan bir kararlılık kuşağı elde edilir. Bu kuşak içerisindeki atomlar kararlı izotoptur. Bunun dışında kalan atomlar kendiliğinden ışın yaptığı için radyoaktif izotoptur.</i>
Yarı Doğru, açıklama yok, eksik	11-15	Sadece izotop atom ya da radyoaktif atom tanımı yapılmış.
Yanlış Kavrama	71-77	“İzotop” ile “Radyoaktif İzotop” ya da “İzotop” ile “İndikatör” ve “Katalizör” kavramları karıştırılmış.

Not: Kodlar TİMSS açık uçlu sorularının değerlendirilmesinde kullanılan sınıflamadan alınmıştır.

Tablo 3: Devamı

Bilgi Düzeyi	Kod	Yanıt
Yanlış Cevap, yanlış açıklama	51-52	Soruların dışındaki kavramları (örneğin radyasyon ve indikatör) açıklamış.
Boş, konuyla ilgili olmayan, tekrar, anlaşılır değil, çelişen cevap	90-95	Yanıt vermemiş ya da verdiği yanıt konuyla ilgili olmayan.

Not: Kodlar TİMSS açık uçlu sorularının değerlendirilmesinde kullanılan sınıflamadan alınmıştır.

Katılımcıların açık uçlu sorulara verdikleri yanıtların değerlendirilmesinde kullanılan kodlar ile çoktan seçmeli sorulara verdikleri yanıtlar (öğretmen adayının işaretlediği seçeneğin ne olduğu yazılarak ya da boş bırakılan sorular için "Boş" sınıflandırması kullanılarak) bu şekilde değerlendirildikten sonra değerlendirildikten sonra veriler Microsoft Office Excel 2007 bilgisayar programına girilmiştir. Bu şekilde hazırlanan dosya istatistiksel analizi için SPSS 13.0 for Windows bilgisayar programı kullanılmıştır.

Radyoaktiflik Bilgi Testinin iç tutarlık güvenilirliğine kanıt sağlamak için öğrencilerin açık uçlu ve çoktan seçmeli maddelere verdikleri "doğru" yanıtlar "1" (açık uçlu sorularda tam doğru yanıtlar "2", yarı doğru yanıtlar "1") ve yanlış yanıtlar "0" olarak puanlanarak güvenilirlik analizi yapılmış ve Cronbach alfa güvenilirlik katsayıları .60 ve .65 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere göre testin iç tutarlılığı "kabul edilebilir" (Vasudevan, 2014) sınırlar içindedir.

BULGULAR

Fen bilgisi öğretmen adaylarının radyoaktiflikle ilgili bilgi düzeylerinin incelendiği bu çalışmada öğretmen adaylarının radyoaktiflik bilgi testine verdikleri yanıtların analiz sonuçları aşağıda verilmektedir. Testin açık uçlu ve çoktan seçmeli olması nedeniyle bulgular iki bölüm halinde verilmiştir.

Açık uçlu sorulara verilen yanıtların değerlendirilmesi

1. soru: Radyoaktiflik kavramı nedir?

Yanıtları incelendiğinde (bkz. Tablo 4), öğretmen adaylarından 35'i bu soruyu doğru cevaplamış, "*kendiliğinden ışımaya yapan maddelere radyoaktif madde denir.*" demişlerdir. Öğretmen adaylarının 20'si radyoaktiflik ile radyasyon kavramlarını karıştırmış ve "*Kendiliğinden radyasyon yapan maddelere radyoaktif madde denir.*" demişler ve Uranyum hakkında bilgi vermişlerdir. Bu durum radyoaktiflik hakkında yeterli bilgilerinin olmadığını düşündürmektedir. Yanlış kavramaya sahip olan öğrencilerin oranı % 36 olduğundan bu soruda kavram yanlışlığından bahsedilebilir. Radyoaktiflikle radyasyon aynı kavramlar değildir. Öğretmen adaylarından biri de bu soruyu yanlış açıklamış, radyoaktifliğin "*radyasyon yapan*" anlamına geldiğini söylemiştir.

Tablo 4: Fen öğretmen adaylarının 1. soruya verdikleri yanıtlar.

Bilgi Düzeyi	Kod	Örnek	f (%)
Tam Doğru	21-22	<i>Kendiliğinden ışımaya yapabilen maddeler radyoaktif maddelerdir.</i>	35 (62)
Yarı Doğru, açıklama yok, eksik	11-15	-	-
Yanlış Kavrama	71-77	Işın ile frekans karıştırılmış	20 (36)
Yanlış Cevap, yanlış açıklama	51-52	"Radyasyon yayan anlamındadır"	1 (2)
Boş, konuyla ilgili olmayan, tekrar, anlaşılır değil, çelişen cevap	90-95	-	-

2. soru: Çekirdek tepkimelerinin kimyasal tepkimelerden farkı nelerdir?

Yanıtları incelendiğinde (bkz. Tablo 5), öğretmen adaylarından 12'si bu soruyu doğru cevaplamıştır. "Çekirdek tepkimesinde çok büyük miktarda enerji açığa çıkar. Çekirdek bölünmesinin gerçekleşebilmesi için artması gereken bir potansiyel duvarı olmalıdır. Çekirdek bölünmesi olayı doğada kendiliğinden fakat çok seyrek olarak gerçekleşir." şeklindeki yanıtta görüldüğü gibi öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu (34 öğretmen adayı) çekirdek ile kimyasal tepkimeler arasındaki farkı tam olarak açıklayamamıştır. Öğretmen adaylarının üçü çekirdek ve kimyasal tepkimelerini yanlış tanımlamıştır. Öğretmen adaylarının yanlış kavramalarının hem çekirdek hem de kimyasal tepkime kavramlarını açıklamalarındaki hatalardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Öğretmen adayları bu kavramları yanlış kullanmaktadırlar. Yanlış kavramaya sahip olan öğretmen adaylarının oranı % 20'den az olduğundan bu soruda kavram yanılgısından bahsedilememektedir. Öğretmen adaylarının dördü bu soruyu yanlış cevaplamış ve üçü de boş bırakmış ya da konuyla ilgili olmayan yanıtlamıştır.

Tablo 5: Fen öğretmen adaylarının 2. soruya verdikleri yanıtlar.

Bilgi Düzeyi	Kod	Örnek	f (%)
Tam Doğru	21-22	Çekirdek ve kimyasal tepkimeler arasındaki farklar tam açıklanmış	12 (22)
Yarı Doğru, açıklama yok, eksik	11-15	Çekirdek ve kimyasal tepkimelerin farkı tam açıklanmamış	34 (61)
Yanlış Kavrama	71-77	Çekirdek ve kimyasal tepkimeler yanlış tanımlanmış	3 (5)
Yanlış Cevap, yanlış açıklama	51-52	"Çekirdek tepkimelerinde proton numarası değişmez."	4 (7)
Boş, konuyla ilgili olmayan, tekrar, anlaşılır değil, çelişen cevap	90-95	Soru tekrar yazılmış, Sorunun cevabı verilmemiş	3 (5)

3. soru: Işıma türleri nelerdir? Giricilik ve iyonlaştırma özelliklerini kıyaslayınız.

Yanıtları incelendiğinde (bkz. Tablo 6), öğretmen adaylarından sekizi bu soruyu doğru cevaplayarak "alfa, beta ve gama" isimlerini vermiştir. 46 öğretmen adayı ise bu soruyu yarı doğru cevaplamıştır (ışım türlerini yanıtlarken, giricilik ve iyonlaşma özelliklerini kıyaslamayı yapmamışlardır). Yanlış kavramaya sahip olan öğretmen adayı ışım türlerini açıklarken,

pozitron, proton gibi kavramlar ilave etmiştir: "Alfa, beta, gama, pozitron, nötron ışınması." Yanlış kavramaya sahip olan öğretmen adaylarının oranı % 20'den az olduğundan bu soruda kavram yanlışlığından bahsedilememektedir. Öğretmen adaylarından biri de bu soruyu boş bırakmış ya da konuyla ilgili olmayan yanıtlamıştır.

Tablo 6: Fen öğretmen adaylarının 3. soruya verdikleri yanıtlar.

Bilgi Düzeyi	Kod	Örnek	f (%)
Tam Doğru	21-22	İşima türleri doğru verilmiş, gericilik ve iyonlaştırma özellikleri karşılaştırılmış.	8 (14)
Yarı Doğru, açıklama yok, eksik	11-15	İşima türleri verilmiş, özellikleri karşılaştırılmamış	46 (82)
Yanlış Kavrama	71-77	İşima türleri ve özellikleri karıştırılmış	1 (2)
Yanlış Cevap, yanlış açıklama	51-52	-	-
Boş, konuyla ilgili olmayan, tekrar, anlaşılır değil, çelişen cevap	90-95	Soru cevaplanmamış	1 (2)

4. soru: İzotop kavramı nedir? Radyoaktif izotop nedir?

Yanıtları incelendiğinde (bkz. Tablo 7) öğretmen adaylarından 38'i bu soruyu doğru cevaplamıştır. "Atom numarası aynı, kütle numarası farklı olan atomlara izotop denir. Radyoaktif izotoplar endüstri ve tıp alanlarında kullanılmak üzere yapay olarak kullanılabilir." şeklindeki örnek yanıtta olduğu gibi yedi öğretmen adayı izotop kavramını tanımlayabilirken radyoaktif izotop kavramını tanımlayamamıştır. 11 öğretmen adayı da bu kavramı yanlış olarak izotop gibi tanımlamıştır. Yanlış kavramaya sahip olan öğretmen adaylarının oranı % 20 olduğundan bu soruda kavram yanlışlığından bahsedilebilir.

Tablo 7: Fen öğretmen adaylarının 4. soruya verdikleri yanıtlar.

Bilgi Düzeyi	Kod	Örnek	f (%)
Tam Doğru	21-22	İzotop ve radyoaktif izotop doğru tanımlanmış.	38 (68)
Yarı Doğru, açıklama yok, eksik	11-15	İzotop doğru tanımlanmış radyoaktif izotop tanımlanmamış	7 (12)
Yanlış Kavrama	71-77	Radyoaktif izotop yanlış tanımlanmış (izotop gibi tanımlanmış)	11 (20)
Yanlış Cevap, yanlış açıklama	51-52	-	-
Boş, konuyla ilgili olmayan, tekrar, anlaşılır değil, çelişen cevap	90-95	-	-

5. soru: Kararlılık kuşağı ne demektir? Ne amaçla kullanılır? Hamile kadınların röntgen çektirmesi neden sakıncalıdır?

Verdikleri yanıtlar incelendiğinde (bkz. Tablo 8), öğretmen adaylarından yedisi bu soruyu doğru cevaplamış, 38'i tam açıklayamamış, sekizi yanlış tanımlamıştır. Yanlış kavramaya sahip olan

öğretmen adayları kararlılık kuşağını bağlanma enerjisi, zararlı ışınların en kararlı olduğu konum gibi farklı kavramlar olarak tanımlamış; elementin son yörüngesindeki element sayısının tam olup olmadığı (elementle elektronu karıştırmış) gibi açıklamalarla ifade etmişlerdir. Hamile kadınların röntgen çektirmesini ise "yüksek frekansa maruz kalma" olarak ifade etmiştir. Yanlış kavramaya sahip olan öğretmen adaylarının oranı % 20'den az olduğundan bu soruda kavram yanlışlığından bahsedilememektedir. Öğretmen adaylarının üçü de bu soruyu boş bırakmış ya da konuyla ilgili olmayan yanıtlamıştır: "Atom çekirdeğinin kararlılığının nükleon (temel tanecik) başına düşen bağlanma enerjisi ve çekirdeğin kararlılığının ölçüsüdür. Atom çekirdeklerinde tanecik sayısı arttıkça bağlanma enerjisi azalır. Çekirdek kararsızlığı arttıkça radyoaktif olma özelliği. Yüksek dozla reaksiyona artar durumuna yerleştiğinden önce ölçülerek etki yapmaktadır."

Tablo 8: Fen öğretmen adaylarının 5. soruya verdikleri yanıtlar.

Bilgi Düzeyi	Kod	Örnek	f (%)
Tam Doğru	21-22	Kararlılık kuşağı tanımı, ne amaçla kullanıldığı ve hamile kadınların röntgen çektirmesinin sakıncaları doğru ifade edilmiş	7 (13)
Yarı Doğru, açıklama yok, eksik	11-15	Kararlılık kuşağı tanımlanmış, ne amaçla kullanıldığı ve hamile kadınların röntgen çektirmesinin sakıncaları eksik ifade edilmiş.	38 (68)
Yanlış Kavrama	71-77	Yapılan açıklamalar hatalı	8 (14)
Yanlış Cevap, yanlış açıklama	51-52	-	-
Boş, konuyla ilgili olmayan, tekrar, anlaşılır değil, çelişen cevap	90-95	Soruya cevap verilmemiş	3 (5)

6. soru: Doğal ve yapay çekirdek tepkimesi ne demektir?

Yanıtları incelendiğinde (bkz. Tablo 9) öğretmen adaylarından 36'sı bu soruyu doğru cevaplamış, 15'inde de yanlış kavrama görülmüştür. Yanlış kavramaya sahip olan öğretmen adayları çekirdek tepkimeleri yerine doğal ve yapay kavramlarını açıklamış, ayrıca çekirdek tepkimelerinin kararsız olduğunu ifade etmemişlerdir. Yanlış kavrama oranı % 27 olduğundan bu soruda kavram yanlışlığından bahsedilebilir. Öğretmen adaylarının üçü de bu soruyu boş bırakmış ya da konuyla ilgili olmayan yanıtlamıştır.

Tablo 9: Fen öğretmen adaylarının 6. soruya verdikleri yanıtlar.

Bilgi Düzeyi	Kod	Örnek	f (%)
Tam Doğru	21-22	Doğal ve yapay çekirdek tepkimesi doğru tanımlanmış	36 (64)
Yarı Doğru, açıklama yok, eksik	11-15	-	-
Yanlış Kavrama	71-77	Doğal ve yapay kelimelerinin açıklaması yapılmış sorunun cevabı verilmemiş	15 (27)
Yanlış Cevap, yanlış açıklama	51-52	-	-

Tablo 9: Devamı.

Bilgi Düzeyi	Kod	Örnek	f (%)
Boş, konuyla ilgili olmayan, tekrar, anlaşılır değil, çelişen cevap	90-95	Soruya cevap verilmemiş	5 (9)

7. soru: Nükleer enerjinin fayda ve zararları ne olabilir?

Yanıtları incelendiğinde (bkz. Tablo 10), öğretmen adaylarından 37'si bu soruyu doğru cevaplamıştır. Örn. *"Faydaları: Nükleer güç üretimi diğer kömür, doğalgaz veya petrol kullanarak elektrik üreten teknolojilere göre çok daha az miktarda karbondioksit salınmasına neden olur. Yani nükleer santrallerin sera gazı emülsiyonları daha az olduğundan küresel ısınmayı hızlandırıcı etkileri düşüktür. Zararları: Nükleer santrallerin ürettiği atıklara ne yapılması gerektiği halen bir sorudan ibarettir. Çok tehlikeli olan bu atıkları dikkatli bir şekilde saklanmalıdır."* 10 öğretmen adayı bu soruyu kısmen cevaplamış; 9'u boş bırakmış ya da konuyla ilgili olmayan şekilde yanıtlamıştır. Öğretmen adayları bu soruda yanlış kavramaya sahip değildir.

Tablo 10: Fen öğretmen adaylarının 7. soruya verdikleri yanıtlar.

Bilgi Düzeyi	Kod	Örnek	f (%)
Tam Doğru	21-22	Nükleer enerjinin zararları ve faydaları tam açıklanmış	37 (66)
Yarı Doğru, açıklama yok, eksik	11-15	Nükleer enerjinin zararları ve faydaları eksik açıklanmış	10 (18)
Yanlış Kavrama	71-77	-	-
Yanlış Cevap, yanlış açıklama	51-52	-	-
Boş, konuyla ilgili olmayan, tekrar, anlaşılır değil, çelişen cevap	90-95	Soruya verilen cevap konuyla ilgili olmayan	9 (16)

8. soru: Kayaların yaşları nasıl tayin edilir?

Yanıtları incelendiğinde (bkz. Tablo 11) öğretmen adaylarından 12'si bu soruyu doğru cevaplamıştır. Öğretmen adaylarının 7'si *"Jeolojik yaş tayini, paleontolojik yaş tayini, radyoaktif elementlerle yaş tayini."* örneğinde olduğu gibi bu soruyu kısmen cevaplamıştır. Öğretmen adaylarının 23'ü bu soruyu yanlış tanımlamıştır. Yanlış kavramaya sahip olan bu öğretmen adayları genellikle yaş tayinini fosil ve kayaların katman sayısına bakılarak yapıldığını ifade etmişlerdir. Sadece birer öğretmen adayı kayanın bir sıvı içinde çözülerek, ışınlar ya da Geiger sayacı ile yaşının tayin edileceğini belirtmiştir. Yanlış kavramaya sahip olan öğretmen adaylarının oranı % 41 olduğundan bu soruda kavram yanlışlığından bahsedilebilir. Öğretmen adaylarının 14'ü de bu soruyu boş bırakmış ya da konuyla ilgili olmayan yanıtlarla cevaplamıştır.

Tablo 11: Fen öğretmen adaylarının 8. soruya verdikleri yanıtlar.

Bilgi Düzeyi	Kod	Örnek	f (%)
Tam Doğru	21-22	Kayaçların yaşlarını tayin yöntemi doğru açıklanmış	12 (21)
Yarı Doğru, açıklama yok, eksik	11-15	Kayaçların yaşlarını tayin yöntemi eksik açıklanmış	7 (13)
Yanlış Kavrama	71-77	Fosiller ve kayaçlar ile yaş tayin yöntemi açıklamış	23 (41)
Yanlış Cevap, yanlış açıklama	51-52	-	-
Boş, konuyla ilgili olmayan, tekrar, anlaşılır değil, çelişen cevap	90-95	Soruya verilen cevap konuyla ilgili olmayan veya cevap verilmemiş	14 (25)

9. soru: Bir mol uranyum-232'nin bölünmesi tepkimesinde açığa çıkan enerji 2.10^3 J'dür. Bir ton kömürün yanma ısısının yaklaşık 5.10^7 J olduğu bilinmektedir. Bu durumdan nasıl bir sonuç çıkarırsınız?

Yanıtları incelendiğinde (bkz. Tablo 12), öğretmen adaylarından sekizi bu soruyu doğru cevaplamıştır. Öğretmen adaylarının ikisi ise yanlış kavramaya sahip olduğundan bu soruyu doğru olarak cevaplamamıştır. Yanlış kavramaya sahip olan öğretmen adaylarından biri nükleer santrallerin enerji üretimi ve karbondioksit salınımının engellediği açıklamış diğeri de radyoaktif maddelerin yüksek tepkimeler sonucu yüksek enerji açığa çıkardığını ifade etmiştir. Yanlış kavramaya sahip olan öğretmen adaylarının oranı % 20'den az olduğundan bu soruda kavram yanlışlığından bahsedilememektedir. Öğretmen adaylarının 46'sı bu soruyu boş bırakmış ya da konuyla ilgili olmayan yanıtlamıştır: "*Nükleer santrallerin sifıra yakın salınım ile enerji verdikleri ve dünyada işler nükleer santrallerin yılda 2 milyar ondan fazla karbondioksit salınımı engellenir.*"

Tablo 12: Fen öğretmen adaylarının 9. soruya verdikleri yanıtlar.

Bilgi Düzeyi	Kod	Örnek	f (%)
Tam Doğru	21-22	Enerji karşılaştırılması doğru açıklanmış	8 (14)
Yarı Doğru, açıklama yok, eksik	11-15	-	-
Yanlış Kavrama	71-77	Nükleer santrallerin enerji üretimi ve karbondioksit salınımının engellediği açıklanmış	2 (4)
Yanlış Cevap, yanlış açıklama	51-52	-	-
Boş, konuyla ilgili olmayan, tekrar, anlaşılır değil, çelişen cevap	90-95	Soruya verilen cevap konuyla ilgili olmayan veya cevap verilmemiş	46 (82)

10. soru: Atom bombası nedir?

Yanıtları incelendiğinde (bkz. Tablo 13), öğretmen adaylarından 24'ü bu soruyu doğru cevaplamıştır. Öğretmen adaylarından biri "*Hiroşima'ya atılan bombadır.*" yanıtını vererek yarı doğru yanıtlamıştır. Öğretmen adaylarının 29'u radyoaktiflikle radyasyonu karıştırmış; ikisi boş bırakmış ya da konuyla ilgili olmayan yanıtlamıştır. Yanlış kavramaya sahip olan öğretmen

adaylarından bir kısmı fisyon (parçalanma) yerine füzyon (birleşme) terimini kullanmış ve bu kavramları karıştırmıştır. Öğretmen adaylarının bir kısmı da atom bombasını kontrolsüz çekirdek tepkimesi yoluyla sağladığı bomba modeli olarak tanımlamışlardır. Yanlış kavramaya sahip olan öğretmen adaylarının oranı % 52 olduğundan bu soruda kavram yanılgısından bahsedilebilir.

Tablo 13: Fen öğretmen adaylarının 10. soruya verdikleri yanıtlar.

Bilgi Düzeyi	Kod	Örnek	f (%)
Tam Doğru	21-22	Atom bombasının tanımı doğru yapılmış	24 (43)
Yarı Doğru, açıklama yok, eksik	11-15	Atom bombasının tanımı eksik yapılmış	1 (2)
Yanlış Kavrama	71-77	Fisyon yerine <i>füzyon</i> denilmiş	29 (52)
Yanlış Cevap, yanlış açıklama	51-52	-	-
Boş, konuyla ilgili olmayan, tekrar, anlaşılır değil, çelişen cevap	90-95	Konuyla ilgili olmayan açıklama yapılmış	2 (3)

11. soru: Hidrojen bombası ne demektir? Zararları nelerdir?

Yanıtları incelendiğinde (bkz. Tablo 14), öğretmen adaylarından 12'si bu soruyu doğru, 10'u yarı doğru cevaplamıştır. 32 öğretmen adayının yanıtında yanlış kavrama olduğu bulunmuştur. Yanlış kavramaya sahip olan öğretmen adayının bir kısmı hidrojen bombasını "*termonükleer bomba*" olarak tanımlamış bir kısmı da bilimsel olarak açıklayamamışlardır. Yanlış kavramaya sahip olan öğretmen adayının oranı % 51 olduğundan bu soruda kavram yanılgısından bahsedilebilir. Öğretmen adaylarının ikisi bu soruyu boş bırakmış ya da konuyla ilgili olmayan yanıtlamıştır.

Tablo 14: Fen öğretmen adaylarının 11. soruya verdikleri yanıtlar.

Bilgi Düzeyi	Kod	Örnek	f (%)
Tam Doğru	21-22	Hidrojen bombası doğru tanımlanmış ve zararları doğru açıklanmış	12 (21)
Yarı Doğru, açıklama yok, eksik	11-15	Hidrojen bombası doğru tanımlanmış, zararları açıklanmamış	10 (18)
Yanlış Kavrama	71-77	Hidrojen bombası yanlış kavramalarla tanımlanmıştır	32 (57)
Yanlış Cevap, yanlış açıklama	51-52	-	-
Boş, konuyla ilgili olmayan, tekrar, anlaşılır değil, çelişen cevap	90-95	Soruya cevap verilmemiş ya da yazılanlar anlaşılır değil	2 (4)

12. soru: ^{24}Na kan akışını izlemekte, ^{131}I tiroid bozukluğunun belirlenmesinde, ^{123}I beyni görüntülemekte, ^{99}Tc kalp, akciğer, karaciğer gibi organların görüntülenmesinde kullanılmaktadır. Bu tanıma yöntemleri sizce avantajlı mı yoksa dezavantajlı mıdır? Tartışınız.

Yanıtları incelendiğinde (bkz. Tablo 15), öğretmen adaylarından 15'i bu soruyu doğru cevaplamıştır. Öğretmen adaylarının 18'i bu soruyu yarı doğru cevaplamıştır: Örn. "Radyoaktif izotopa maruz kalmak dezavantajdır. Bunların belli yarılanma süreleri vardır. Vücudumuzda kalır." Öğretmen adaylarının 23'ü bu soruyu boş bırakmış ya da konuyla ilgili olmayan yanıtlanmıştır. Bu soruda öğretmen adayları yanlış bir kavramaya sahip değildir.

Tablo 15: Fen öğretmen adaylarının 12. soruya verdikleri yanıtlar.

Bilgi Düzeyi	Kod	Örnek	f (%)
Tam Doğru	21-22	Tanıma yöntemlerinin avantaj ve dezavantajları doğru açıklanmış	15 (27)
Yarı Doğru, açıklama yok, eksik	11-15	Tanıma yöntemlerinin avantaj ve dezavantajları açıklanmadan sadece <i>avantajlıdır</i> denilmiştir	18 (32)
Yanlış Kavrama	71-77	-	-
Yanlış Cevap, yanlış açıklama	51-52	-	-
Boş, konuyla ilgili olmayan, tekrar, anlaşılır değil, çelişen cevap	90-95	Soruya cevap verilmemiş ya da çelişen cevaplar verilmmiştir	23 (41)

13. soru:



Bu uyarı resmi neyi anlatır?

Yanıtları incelendiğinde (bkz. Tablo 16), öğretmen adaylarından 41'i bu soruyu doğru cevaplayarak "nükleer silah uyarısı" olduğunu bilmıştır. Öğretmen adaylarının 12'sinin yanıtının yanlış kavramaya sahip olduğu görülmüştür. İki öğretmen adayı bu soruyu yanlış cevaplamıştır. Yanlış kavramaya sahip olan öğretmen adayları uyarı resminin radyoaktif madde/ışın ya da radyasyon/radyasyon tehlikesi anlamına geldiğini belirtmiştir. İlgili resimde nükleer silah uyarısı yapılmasına rağmen öğretmen adayları 1. sorudakine benzer şekilde radyasyon ve radyoaktivite kavramlarını birbiriyle karıştırmışlardır. Yanlış kavramaya sahip olan öğretmen adaylarının oranı % 21 olduğundan bu soruda kavram yanlışlığından bahsedilebilir. Öğretmen adaylarının ve biri de boş bırakmış ya da konuyla ilgili olmayan yanıtlar vermiştir.

Tablo 16: Fen öğretmen adaylarının 13. soruya verdikleri yanıtlar.

Bilgi Düzeyi	Kod	Örnek	f (%)
Tam Doğru	21-22	Uyarı resmi doğru tanımlanmış	41 (73)
Yarı Doğru, açıklama yok, eksik	11-15	-	-
Yanlış Kavrama	71-77	Radyasyon ve radyoaktif madde kavramları karıştırılmış	12 (21)
Yanlış Cevap, yanlış açıklama	51-52	Kelimenin yazılışı yanlış	2 (4)
Boş, konuyla ilgili olmayan, tekrar, anlaşılır değil, çelişen cevap	90-95	Soruya cevap verilmemiş	1 (2)

14. soru: 26 Nisan 1986'da Ukrayna'da Çernobil nükleer santrali kontrolden çıkarak kimyasal patlama ile birlikte alev almıştır. Bu olay ne tür olumsuzluklara yol açmış olabilir?

Yanıtları incelendiğinde (bkz. Tablo 17), öğretmen adaylarından 48'i bu soruyu doğru, biri yarı doğru olarak cevaplamıştır. Üç öğretmen adayının yanıtında yanlış kavrama tespit edilmiştir. Yanlış kavramaya sahip olan öğretmen adayları Çernobil nükleer santral kazasının arazilerin zehirlenmesine neden olduğunu açıklamışlardır. Yanlış kavramaya sahip olan öğretmen adaylarının oranı % 20'den az olduğundan bu soruda kavram yanlışlığından bahsedilememektedir. Öğretmen adaylarının dördü bu soruyu boş bırakmış ya da konuyla ilgili olmayan yanıtlar vermiştir.

Tablo 17: Fen öğretmen adaylarının 14. soruya verdikleri yanıtlar.

Bilgi Düzeyi	Kod	Örnek	f (%)
Tam Doğru	21-22	Olayla ilgili açıklamalar yeterli	48 (86)
Yarı Doğru, açıklama yok, eksik	11-15	Olayla ilgili açıklamalar eksik	1 (2)
Yanlış Kavrama	71-77	Açıklamada yanlış kavramlar kullanılmış (arazilerin zehirlenmesi)	3 (5)
Yanlış Cevap, yanlış açıklama	51-52	-	-
Boş, konuyla ilgili olmayan, tekrar, anlaşılır değil, çelişen cevap	90-95	Soruya cevap verilmemiş	4 (7)

15. soru: Çekirdek ışınlarını güçlerine göre sıralayınız.

Yanıtları incelendiğinde (bkz. Tablo 18), öğretmen adaylarından beşi bu soruyu doğru cevaplamıştır. 20 öğretmen adayı bu konuda yanlış kavramaya sahiptir. Öğretmen adaylarının 16'sı bu soruyu yanlış cevaplamış; 15'i boş bırakmış ya da konuyla ilgili olmayan yanıtlar vermiştir. Yanlış kavramaya sahip olan öğretmen adayları alfa, beta, gama ışınları yerine elektromanyetik spektrumun ışınlarını (ultraviyole, görünür bölge, kızıl ötesi) da ilave etmişlerdir. Yanlış kavramaya sahip olan öğretmen adaylarının oranı % 36 olduğundan bu soruda kavram yanlışlığından bahsedilebilir.

Tablo 18: Fen öğretmen adaylarının 15. soruya verdikleri yanıtlar.

Bilgi Düzeyi	Kod	Örnek	f (%)
Tam Doğru	21-22	Çekirdek ışınlarını güçlerine göre doğru sıralanmış	5 (9)
Yarı Doğru, açıklama yok, eksik	11-15	-	-
Yanlış Kavrama	71-77	Kavramlar karıştırılmış	20 (36)
Yanlış Cevap, yanlış açıklama	51-52	Çekirdek ışınlarını güçlerine göre yanlış sıralanmış	16 (28)
Boş, konuyla ilgili olmayan, tekrar, anlaşılır değil, çelişen cevap	90-95	Soruya cevap verilmemiş	15 (27)

16. soru: Nükleer santralin bulunduğu bir göl kenarındaki ağaçlarda bulunan yaprakların mevsim ilkbahar olmasına karşılık sarı renkte ve lekeli olmasının sebebi sizce ne olabilir?

Yanıtları incelendiğinde (bkz. Tablo 19), öğretmen adaylarından 14'ü bu soruyu doğru cevaplamıştır: "Mutasyona uğramışlardır." Öğretmen adaylarının dördü bu soruyu yarı doğru cevaplamıştır. 28 öğretmen adayının verdiği cevapta yanlış kavrama bulunmuştur. Yanlış kavramaya sahip olan öğretmen adayları 1. ve 13. soruda olduğu gibi radyasyon ve radyoaktivite kavramlarını birbiriyle karıştırmışlardır. "Nükleer santralde kullanılan radyoaktif maddeler" yerine "Nükleer santralden yayılan/kaynaklanan radyasyon" ifadesini kullanmışlardır. Yanlış kavramaya sahip olan öğretmen adaylarının oranı % 50 olduğundan bu soruda kavram yanılgısından bahsedilebilir. Bu soruyu 10 öğretmen adayı boş bırakmış ya da konuyla ilgili olmayan yanıtlar vermiştir.

Tablo 19: Fen öğretmen adaylarının 16. soruya verdikleri yanıtlar.

Bilgi Düzeyi	Kod	Örnek	f (%)
Tam Doğru	21-22	Nükleer santral yakınındaki yaprakların sarı ve lekeli olmasının sebebi doğru açıklanmış	14 (25)
Yarı Doğru, açıklama yok, eksik	11-15	Nükleer santral yakınındaki yaprakların sarı ve lekeli olmasının sebebi eksik açıklanmış	4 (7)
Yanlış Kavrama	71-77	Radyasyon, radyoaktif kavramları karıştırılmış	28 (50)
Yanlış Cevap, yanlış açıklama	51-52	-	-
Boş, konuyla ilgili olmayan, tekrar, anlaşılır değil, çelişen cevap	90-95	Soruya cevap verilmemiş ya da cevap anlaşılır değil	10 (18)

Çoktan seçmeli sorulara verilen yanıtların değerlendirilmesi

Kapalı uçlu sorularda öğretmen adaylarının verdiklerin yanıtların seçeneklere göre dağılımları 20. tabloda gösterilmektedir. Öğretmen adaylarının doğru yanıt verme oranları % 5 ile % 98 arasında değişmektedir.

Tablo 20: Fen öğretmen adaylarının kapalı uçlu sorulara verdikleri yanıtlar.

Madde	A		B		C		D		E		Boş	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
17	-	-	2	4	3	5	36	64	10	18	5	9
18	-	-	-	-	2	4	33	59	9	16	12	21
19	1	2	1	2	-	-	17	30	33	59	4	7
20	-	-	-	-	1	2	55	98	-	-	-	-
21	4	7	3	5	31	55	10	18	2	4	6	11
22	40	72	3	5	8	14	3	5	-	-	2	4
23	3	5	3	5	28	50	7	13	3	5	12	22
24	3	5	22	39	2	4	27	48	-	-	2	4
25	2	4	-	-	1	2	9	16	31	55	13	23
26	1	2	8	14	-	-	39	70	4	7	4	7

Not: Doğru seçenek koyu olarak ifade edilmiştir. Tablo, Nakiboğlu ve Bülbül Tekin (2006), Tablo 1'den geliştirilmiştir.

Tablo 20: Devamı.

Madde	A		B		C		D		E		Boş	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
27	-	-	1	2	3	5	6	11	38	68	8	14
28	6	11	-	-	-	-	44	79	4	7	2	3
29	15	27	1	2	-	-	39	69	-	-	1	2
30	2	4	-	-	1	2	6	11	40	71	7	12
31	-	-	1	2	30	54	9	16	4	7	12	21
32	1	2	35	62	-	-	13	23	1	2	6	11
33	-	-	3	5	8	15	3	5	37	66	5	9
34	5	9	2	4	4	7	36	64	6	11	3	5

Not: Doğru seçenek koyu olarak ifade edilmiştir. Tablo, Nakiboğlu ve Bülbül Tekin (2006), Tablo 1'den geliştirilmiştir.

17. soruda öğretmen adaylarının % 64'ü D seçeneğinin (nükleer araştırmaların yapıldığı tıp alanına nükleer tıp denir) doğru olduğunu bilmişken % 18'i E seçeneğinin (Tiroit bezi kanserinin tedavisinde ^{127}I izotopundan faydalanılır) doğru olduğunu belirtmiştir.

18. soruda öğretmen adaylarının % 16'sı E seçeneğinin (arabaların yakıt deposunda bulunan benzinin aşırı soğuklarda donmasının engellenmesinde) radyoaktifliğin kullanım alanlarından biri olmadığı bilmiş iken; % 59'luk bir kısım D seçeneğinin (bitkilerin gelişiminin izlenmesinde) radyoaktifliğin kullanım alanı olmadığını belirtmiştir.

19. soruda öğretmen adaylarının % 59'u $^2_1\text{H} + ^3_1\text{H} \longrightarrow ^4_2\text{He} + \text{enerji}$ tepkimesinin (E seçeneği) füzyon olduğunu bilmişlerdir. Fakat $^{27}_{13}\text{Al} + ^1_0\text{n} \longrightarrow ^{24}_{11}\text{Na} + ^4_2\text{He}$ tepkimesinin (D seçeneği) füzyon tepkimesi olduğunu belirten öğretmen adaylarının oranı % 30'dur.

20. soruda öğretmen adaylarının neredeyse tamamı (% 98) D seçeneğinin ($^{27}_{13}\text{Al}$, $^{27}_{12}\text{Al}$) doğru olduğunu bilmiştir.

21. soruda öğretmen adaylarının ancak % 5'i B seçeneğinin yani atom numarası 83'ten büyük olan atomların genellikle kararsız olduğunu doğru olduğunu bilmiştir. Bu soruda öğretmen adaylarının % 55'i C seçeneğinin (nötron sayıları aynı, proton sayıları farklı olan atomlara izotop atom denir), % 18'i de D seçeneğinin (Hem nötron/proton oranı 1 olan çekirdekler kararlıdır hem de atom numarası 83'ten büyük olan atomlar genellikle kararsızdır) doğru olduğunu belirtmiştir.

$^{238}_{92}\text{U} \longrightarrow ^{234}_{90}\text{Th} + ?$ Reaksiyonundaki ışımayı soran 22. soruda öğretmen adaylarının % 71'i α ışıması yapıldığını (A seçeneği) doğru olarak bilmıştır (öğretmen adaylarının bu soruda diğer seçenekleri işaretleme oranları % 20'yi bulmadığından bu yanıtlarla ilgili herhangi bir yorum yapılmamıştır).

Kararlılık kuşağının üstünde olan çekirdekleri kararlı duruma getirmek için yapılması gereken ışımlarla ilgili 23. soruda öğretmen adaylarının % 5'i B seçeneğindeki β^- ışımasını doğru olarak bilmıştır. Öğretmen adaylarının % 50'si (3) γ ışımasının belirtildiği C seçeneğinin doğru olduğunu düşünmektedir (öğretmen adaylarının bu soruda diğer seçenekleri işaretleme oranları % 20'den az olduğundan bu yanıtlarla ilgili herhangi bir yorum yapılmamıştır). Bu soruda öğretmen adaylarının yanıt vermeme oranı % 21'dir.

Proton sayısının bir artmasına neden olan ışıma türünün sorulduğu 24. soruda öğretmen adaylarının % 39'u B seçeneğindeki β^- ışımasını doğru olarak bilmişlerdir. Ancak bu soruda öğretmen adaylarının % 39'u D seçeneğindeki β^+ ışımasının doğru olduğunu belirtmiştir.

Nükleer reaktörlerle ilgili 25. soruda öğretmen adaylarının % 55'i E seçeneğinin (1. Reaksiyonun başlaması için radyoaktif çekirdeğin nötron ile bombardıman edilmesi gerekir; 2. Yavaş nötronlardan etkilenen izotoplar yakıt olarak kullanılamaz ve 3. Moderatör hem açığa çıkan nötronları yavaşlatır hem de ısı transferini sağlar) doğru olduğunu bilmıştır (öğretmen adaylarının bu soruda diğer seçenekleri işaretleme oranları % 20'den düşük olduğundan bu yanıtlarla ilgili herhangi bir yorum yapılmamıştır). Bu soruda öğretmen adaylarının yanıt vermeme oranı % 23'tür.

Nükleer enerjiyle ilgili 26. soruda öğretmen adaylarının % 14'ü (2) "Radyoaktif atıklar kısa sürede yok olmaz." ifadesinin doğru olduğunu belirten B seçeneğinin doğru olduğunu bilmıştır. Öğretmen adaylarının % 56'sı bu ifadeyle birlikte ilk ifadenin (Fosil yakıtlara oranla çevreyi daha fazla kirletir) doğru olduğunu belirten D seçeneğinin doğruluğu yönünde görüş bildirmiştir.

Füzyon reaksiyonlarıyla ilgili 27. soruda öğretmen adaylarının % 68'i (1) "Çok hafif atom çekirdeklerinin bir araya gelerek daha ağır bir çekirdek oluşturmasına füzyon denir." ve (3) "Füzyon reaksiyonları çok yüksek sıcaklıklarda gerçekleşir." ifadelerinin doğru olduğunu belirten E seçeneğinin doğru olduğunu bilmıştır (öğretmen adaylarının bu soruda diğer

seçenekleri işaretleme oranları % 20'den az olduğundan bu yanıtlarla ilgili herhangi bir yorum yapılmamıştır).

α , β ve γ ışınlarının giricilik özelliklerine göre sıralamasını soran 28. soruda öğretmen adaylarının % 79'u bu ışınları $\gamma > \beta > \alpha$ olarak sıralayan D seçeneğinin doğru olduğunu bilmıştır.

α , β ve γ ışınlarının iyonlaştırma özelliklerine göre sıralamasını soran 29. soruda öğretmen adaylarının % 27'si bu ışınları $\alpha > \beta > \gamma$ olarak sıralayan A seçeneğinin doğru olduğunu bilmıştır. Öğretmen adaylarının % 70'i $\gamma > \beta > \alpha$ olarak sıralayan D seçeneğinin doğru olduğunu düşünmektedir.

Radyoaktif izotoplarla ilgili 30. soruda öğretmen adaylarının % 71'i bunların (2) Tıpta kanser teşhis ve tedavisinde; (3) Dünyanın yaşının tayininde ve (4) Fosillerin hangi çağlara ait olduğunun saptanmasında kullanıldığını belirten E seçeneğinin doğru olduğunu bilmıştır. Öğretmen adaylarının bu soruda diğer seçenekleri işaretleme oranları % 20'yi bulmadığından bu yanıtlarla ilgili herhangi bir yorum yapılmamıştır).

31. soruda öğretmen adaylarının % 54'ü C seçeneğinde verilen Moderatör'ün nükleer reaktörlerde nötronları hızını dengelediğini bilmıştır. Öğretmen adaylarının % 16'sı ise İnhibitör'ün bu işi yaptığını düşünmektedir. Bu soruda öğretmen adaylarının yanıt vermeme oranı % 21'dir.

32 soruda öğretmen adaylarının % 23'ü (1) " α ışınları yayan bir madde karton kutuda saklanırsa çevreye zarar vermez." ve (3) "Radyoaktif maddelerin yaydığı γ ışınları tahta engelle durdurulamaz." ifadelerinin doğru olduğunu belirten D seçeneğinin doğru olduğunu bilmıştır. Öğretmen adaylarının % 62'si ise 3. ifadenin doğru olduğunu belirten B seçeneğinin doğru olduğunu düşünmektedir.

33. soruda öğretmen adaylarının % 5'i (1) "Füzyon tepkimesinde hafif iki ayrı atom birleşerek ağır atoma dönüşür." ve (3) "Radyoaktif izotoplar insanlık için çok yararlı olabilir." ifadelerinin doğru olduğunu belirten D seçeneğinin doğru olduğunu bilmıştır. Öğretmen adaylarının % 66'sı

1. ve 3. ifadelerin yanında (2) "Nükleer reaktörlerde füzyon reaksiyonu gerçekleşir." ifadesinin de doğru olduğunu belirten E seçeneğinin doğru olduğunu düşünmektedir.

Radyoaktif izotoplarla ilgili 34. soruda öğretmen adaylarının % 11'i E seçeneğindeki "Oksijenli bileşiği de radyoaktiftir." ifadesinin yanlış olduğunu bilmıştır. Öğretmen adaylarının % 64'ü D seçeneğinin (Elektron yakaladığında atom numarası azalır.) yanlış olduğunu düşünmektedir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının radyoaktiflik konusundaki bilgi düzeylerinin bir değerlendirilmesi yapılmıştır. Açık uçlu sorulara verdikleri yanıtların değerlendirilmesi, öğretmen adaylarının radyoaktiflik kavramı, uyarı resmi, nükleer santral (1, 13 ve 16. sorular); izotop kavramı (4. soru); doğal ve yapay çekirdek tepkimesi (6. soru); kayaların yaşları (8. soru); atom bombası (10. soru); hidrojen bombası (11. soru) ve çekirdek ışınları (15. soru) ile ilgili olarak çeşitli yanlış kavramalara sahip olduklarını göstermiştir. Çoktan seçmeli sorulara verdikleri yanıtların değerlendirilmesi, öğretmen adaylarının izotop (21. soru); nükleer tepkimeler (23., 24. ve 29. sorular); radyoaktifliğin kullanım alanı (26. soru), α , β ve γ ışınlarının tanımları (32. soru), füzyon ve radyoaktif izotop tanımı (33. soru) ile radyoaktif izotop tanımı (34. soru) hakkında yanlış kavramalarının olduğunu göstermiştir.

1. soruda öğretmen adaylarının 35'i soruyu doğru yanıtlamış, 20'si radyoaktiflikle radyasyonu karıştırmış, biri de yanlış cevaplamıştır. Öğretmen adaylarının yanlış kavramalarının radyasyon ve radyoaktiflik kavramlarını karıştırmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yanlış kavramaya sahip olan öğrencilerin oranı % 36 olduğundan bu soruda kavram yanlışlığından bahsedilebilir. Radyoaktiflikle radyasyon aynı kavramlar değildir. Öğrenciler radyasyon ve radyoaktiflik kavramını ayıramadıklarından (Prather, 1998 akt. Morgil ve ark., 2004), derslerde bu iki kavramın arasındaki farkların açıklıkla ortaya konması gerekmektedir. Türkçede "radyasyon", genellikle "radyoaktiflik" anlamında kullanılmaktadır. Bu dilden kaynaklanan bir yanlış kavramadır (Tsaparlis, Hartzavalos ve Nakiboğlu, 2013).

4. soruda öğretmen adayları izotop ve radyoizotop kavramlarını % 68 oranında doğru olarak açıklayabilmişlerdir. Tsaparlis ve arkadaşları (2013) çalışmalarında fizik, fizik öğretmenliği, fen bilgisi öğretmenliği ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinin bu soruyu % 52-57 oranında doğru olarak yanıtladıklarını belirtmiş, yanlış kavramanın ise öğrencilerin kütle numarası ile atom numarası kavramlarını karıştırmalarından kaynaklandığı belirtmişlerdir.

11, 12, 13, 14, 16, 17, 18 ve 30 numaralı sorular öğretmen adaylarının radyoaktiflik konusunu günlük yaşam ile ilişkilendirme becerilerini ölçmektedir. 12. soruda tanıma yöntemlerinin yararlı olup olmadığı sorulmuştur. Öğretmen adaylarının yanıtları incelendiğinde 15'inin doğru yanıtı ulaşabilirken geriye kalanların bu konuda bilgilerinin olmadığı görülmüştür. Acar Şeşen ve İnce (2010) yaptıkları çalışmada radyasyon ve radyoaktiflik kelimelerinin yer aldığı WEB sitelerinde radyasyonun tıp uygulamalarında kullanıldığında yararlı ama nükleer atıklar söz konusu edildiğinde zararlı olduğu yönünde yanlış bir ifadenin yer aldığını belirtmişlerdir.

Yanlış kavrama yüzdesi en yüksek olan soru "Atom bombası nedir?" sorusudur (10. soru, % 52). Bunu sırasıyla "Hidrojen bombası nedir?" sorusu (11. soru, % 51), nükleer santralin çevreye etkileriyle ilgili soru (16. soru, % 50), kayaların yaş tayini sorusu (8. soru, % 41), "Radyoaktiflik nedir? ve "Çekirdek ışınlarını güçlerine göre sıralayınız." soruları (1. ve 15. sorular, % 36), "Doğal ve yapay çekirdek tepkimesi nedir?" sorusu (6. soru, % 27), uyarı resmi sorusu (13. soru, % 21) izlemektedir. Yanlış kavrama yüzdesi en düşük olan soru izotop ve radyoizotop kavramlarının sorulduğu 4. maddedir (% 20). Ölçtükları konu alanları ayrı olsa da 1., 13. ve 16. sorular radyasyon ve radyoaktiflik kavramları kullanılarak cevaplandırılacak sorulardır. 1. soru bilişsel süreçlerin bilme; 3. soru bilme ve uygulama, 16. soru ise uygulama düzeyindedir.

Öğretmen adaylarının kavram yanılgısından bahsedilebilecek derecede yanlış kavrama oranına sahip oldukları sorularda açıklamaları bildikleri kavramlarla yaptıkları görülmüştür. Örneğin izotop kavramını (4. soru) radyoaktif izotop kavramı gibi; doğal ve yapay çekirdek tepkimesini (6. soru) doğallık ve yapaylık ile tanımlamışlardır. Öğretmen adaylarının kayaların yaşları (8. soru) konusunda yeterli bilgilerinin olmadığı görülmüştür. Öğretmen adayları atom bombası (10. soru) kavramını ise bomba kavramıyla açıklamış, hidrojen bombası (11. soru) kavramını termonükleer bomba olarak tanımlamışlardır. Hidrojen bombası, hidrojen atomunun birleşerek (füzyon) helyuma dönüştüğü termonükleer tepkime olarak tanımlandığından; hidrojen bombası kavramı öğretmen adaylarının akıllarında termonükleer bomba olarak kalmış olabilir. Öğretmen adayları çekirdek ışınlarını (15. soru) ise elektromanyetik spektrumla bağdaştırmışlardır.

18. soru radyoaktifliğin kullanım alanlarıyla ilgili kolay bir soru olmasına rağmen öğretmen adaylarının soruyu % 16 oranında doğru yanıtlamaları büyük ihtimalle soruyu hızlı okumalarından ya da bitki gelişiminin izlenmesi konusunda bilgi sahibi olmamalarından kaynaklanmış olabilir. 8. ve 12. açık uçlu sorular da aynı konudur. Öğretmen adayları 8. soruda (% 25) ve 12. soruda (% 50) olduğu gibi 18. soruda (% 13) da yüksek bir yanıt vermeme davranışı göstermişlerdir.

İzotopla alakalı 21. soruda öğretmen adaylarının yeterli olmayan bilgi düzeyleri nedeniyle doğru cevap verme oranı % 5'tir. Bu soruda öğretmen adayları atomların kararlılığı konusunda

da çelişki yaşamışlar; kararlılık kuşağı ve atom numarası ile atomların kararlılığı arasında bir ilişki kuramamışlardır. Nakiboğlu ve Bülbül Tekin (2006) de lise öğrencilerinin çekirdeğin kararlılığını etkileyen etmenlerin farkında olmadığını ifade etmiştir.

4. açık uçlu soru da aynı konudadır. Bu soruyu doğru yanıtlama oranı çok yüksek olduğundan 21. sorudaki düşük doğru yanıt yüzdesi öğretmen adaylarının soruya dikkat etmemelerinden kaynaklanmış olabilir.

Bilme basamağında 23. soruda öğretmen adayları kararlılık kuşağı terimini bilmediklerinden doğru cevap verme oranı % 5'tir. Öğrencilerin 5. açık uçlu soruda da kararlılık kuşağı konusunda yüksek olan yarı doğru cevap yüzdesi de bu yorumu desteklemektedir.

26. soru nükleer enerjiyle ilgili bir bilme sorusudur. Öğretmen adaylarının bu soruyu doğru yanıtlama oranları % 14'tür. 9. sorudakine (tepkimeden açığa çıkan enerji) benzer şekilde fosil yakıtlarla radyoaktif maddelerin fisyonu ile açığa çıkan enerji miktarlarının kıyaslanarak öğrencilerin bir çıkarımda bulunmaları istenmiştir. Öğretmen adayları 9. soruda (% 82) yüksek bir yanıtlanma davranışı gösterirken, 26. soruda (% 7) düşük bir yanıtlanma oranı vardır.

30. soru radyoizotopların günlük yaşamdaki kullanımlarını sorgulamaktadır. Radyoaktif izotopların büyük bir kısmı endüstride ve temel ve uygulamalı araştırmalarda kullanılmaktadır. Fen eğitimi kitaplarında "radyasyonun kansere sebep olduğu, dolayısıyla kanser tedavisinde kullanılamayacağı", "radyasyonun zararlı olduğu" ya da "radyasyona maruz kalmış yiyeceğin de radyoaktif olduğu" yanlış kavramlarının bulunduğu belirtilmiştir (Nakiboğlu ve Bülbül Tekin, 2006).

32. soru bilme aşamasında olduğundan öğretmen adayları ancak alfa, beta ve gama ışınlarının özelliklerini bilirlerse bu soruyu yanıtlayabilir. Ancak öğretmen adaylarının bu soruyu doğru yanıtlama oranları % 23'tür. Öğretmen adaylarının ışın türleri, giricilik ve iyonlaşma türleriyle ilgili olan 3. açık uçlu sorudaki performanslarıyla ışın güçleriyle ilgili 15. açık uçlu sorudaki performansları göz önüne alındığında ilgili kavramlarda bilimsel bir anlayış geliştirmediklerini görülmektedir.

33. soru bilme düzeyinde olduğundan öğretmen adaylarının bu konuda bilgi sahibi olmamaları üzerine doğru cevap verme oranı % 5'tir. Öğretmen adaylarının 15. açık uçlu soruda da çekirdek ışınları konusunda yüksek olan yanlış kavrama ve yarı doğru cevap yüzdesi de bu yorumu desteklemektedir.

34. soru bilme basamağındadır. Öğretmen adaylarının 4. açık uçlu soruda da izotop kavramı ile ilgili olarak doğru yanıt verme oranları yüksek olmasına rağmen dikkatsiz okuma sonucu 34. soruda doğru cevap verme oranı % 11 olmuştur.

ÖNERİLER

Bu araştırmada fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin radyoaktiflikle ilgili bilgi düzeyleri incelenmiştir. Bu konuda yapılan çalışma az olmakla birlikte genellikle yanlış kavramaları belirlemeyle ilgilidir (Yumuşak ve ark., 2015). Dolayısıyla deneysel çalışmalara da yer verilmesi gerekmektedir.

Öğrencilerin üniversiteye gelmeden önce, daha lisedeyken radyoaktiflik konusunun öğretimine önem verilmesi gerekmektedir. Kimya derslerinde atom, radyoaktiflik gibi soyut konuların öğretmen tarafından anlatım yöntemi kullanılarak işlenmesi yerine derste uygulamaların bilgisayar destekli olarak yapılması konunun daha kalıcı olarak öğrenilmesine olanak sağlayacaktır (Morgil ve ark., 2004). Kayaların yaş tayiniyle ilgili öğretmen adaylarının sahip oldukları yanlış kavrama Crosier, Cobb ve Wilson (2000) soyadlı araştırmacıların önerdiği Geiger-Müller sayacı kullanılarak (akt. Morgil ve ark., 2004) yapılacak uygulama etkinlikleriyle giderilebilir. Aynı araştırmacıların önerdiği gibi duvarlara asılacak radyoaktiflik bilgi ve sembollerinin yer aldığı görselleri radyoaktiflikle ilgili uyarı işaretinin sorulduğu 13. soruya verilen yanıtlarda gözlenen yanlış kavramayı giderebilir.

Lisans programında radyoaktiflik konusu 1 ve 2. sınıfta Genel Kimya dersleri yanında 3. sınıfta Çevre Bilimi ve Kimyada Özel Konular dersinde de işlenmektedir. Ancak Genel Kimya gibi genel fen dersleri öğrencileri fen öğretmeni olduklarında çevre konusunda bilgi sahibi etmekte yetersiz kalmaktadır (Aydemir, 2007). Lisans eğitiminde iki ya da daha fazla çevre konulu ders almış olmak fen öğretmenlerinin çevreyle ilgili bilgi düzeyinde anlamlı bir etkiye sahip olduğundan (Aydemir, 2007), çevre konusunda ayrı bir dersin konulması gerektiğini vurgulamaktadır. Ayrıca yine aynı çalışma (Aydemir, 2007) çevre projelerine katılan öğretmenlerin katılmayanlara göre bilgi düzeylerinin daha iyi olduğunu göstermiştir. Dolayısıyla eğitim fakülteleri diğer kurumlarla işbirliği yaparak çevre projeleri düzenlemelidir. Ayrıca sivil toplum kuruluşlarının projelerine öğretmen adaylarını dâhil etmesi gerekmektedir (Aydın, 2013).

Aydemir (2007), fen öğretmenlerinin çevre kavramlarıyla ilgili bilgi düzeyleri üzerine medyanın herhangi bir etkisinin olmadığını, öğretmenlerin medyadan bilimsel olmayan bilgi edindiğini belirtmektedir. Ülkemizde Akkuyu Nükleer Santrali için geçen yıl başlanan reklam yayınlarının bu alanda bir ilk olduğunu düşündüğümüzde, bu reklamlarda, bilimsel bilgi vermek yerine temiz enerji olarak bahsedilmesi kavram yanlışlarının sürmesine neden olacaktır. Bu yüzden

ilköğretim fen ve ortaöğretim kimya programlarına ve ders kitaplarına radyasyon teknolojisi konusunun da ilave edilmelidir (Morgil ve ark., 2004). Yülek (1992) ve Ronneau (1990) soyadlı araştırmacılara göre radyoaktivitenin olumsuz yönleri olduğu kadar olumlu taraflarının da vurgulanması gerekmektedir (akt. Morgil ve ark., 2004).

Öğrenmenin anlamlı olması için kavramsal anlamayı sağlamak elzemdir. Öğrencinin mevcut bilgi birikimiyle yeni öğrendiği bilginin etkileşerek yeniden yapılandırılması kavramsal anlamadaki en önemli adımdır (Nakiboğlu, 2006, s. 208). Öğrenci, öğretim ortamına boş bir kara kutu olarak değil, kişisel deneyim ve sosyal etkileşimlerle gelişen ve pek çok yanlış kavramayı da içeren bir birikimle gelir (Nakiboğlu, 2006, s. 208). Yanlış kavramalar değişime oldukça dirençlidir ve öğrenmeye engel olur. Bu noktadan hareketle kavramsal anlama gerçekleşirken mevcut bilgi birikimine ekleme yapılmasının yanında kavramsal değişimler de olmakta ve yanlış kavramalar düzeltilmektedir (Nakiboğlu, 2006, s. 208).

Kavramsal değişimi gerçekleştirmek için çeşitli model (bilişsel çatışma, öğrenme döngüsü); strateji (buluş, araştırma, probleme dayalı öğretim); yöntem (problem çözme, tartışma); teknik (beyin fırtınası, soru-cevap, gösteri, benzetme, grup çalışması) ve materyaller (kavram haritası, kavramsal değişim ve çürütme metinleri) kullanılabilir (Nakiboğlu, 2006, s. 209-211). Aktif öğrenme yaklaşımına uygun olarak radyoaktiflik kavramının anlaşılması için Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (Aydın. 2013) vb. yerlere geziler düzenlenmelidir.

KAYNAKÇA

- Acar Şeşen, B., & İnce, E. (2010). Internet as a source of misconception: "Radiation and radioactivity". *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 9(4), 94-100.
- Akçay, H. , Tüysüz, C., Feyzioğlu, B. ve Uçar, V. (2007). Bilgisayar destekli kimya öğretiminin öğrenci başarısı ve tutumuna etkisine bir örnek: "radyoaktivite". *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22, 98-106.
- Aydemir, M. (2007). The investigation of teachers with respect to knowledge level on environmental concepts. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Aydın, G. (2013). Fen bilgisi ve sınıf öğretmen adaylarının ağır metal ve radyasyon kirliliği konusunda bilgi düzeyleri: Giresun Üniversitesi örneği. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Giresun: Giresun Üniversitesi.
- Büyüköztürk, Ş. (2012). Örneklem Yöntemleri. 5.14.2012. <http://w3.balikesir.edu.tr/~msackes/wp/wp-content/uploads/2012/03/BAY-Final-Konulari.pdf> adresinden 21 Temmuz 2016 tarihinde indirilmiştir.
- Dönmez Usta, N., & Ayas, A. (2010). Common misconceptions in nuclear chemistry unit. *Procedia Social and Behavioural Sciences*, 2(2010), 1432-1436.

- Karasar, N. (2009). Bilimsel Araştırma Yöntemi. 20. Baskı. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Morgil, İ., Yılmaz, A. ve Uludağ, N. (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.
- Nakiboğlu, C. (2006). Fen ve teknoloji öğretiminde yanlış kavramalar. İçinde M. Bahar (Ed.), *Fen ve Teknoloji Öğretimi* (s. 190-217). Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Nakiboğlu, C., & Bülbül Tekin, B. (2006). Identifying students' misconceptions about nuclear chemistry: A study of Turkish high school students. *Journal of Chemical Education*, 83(11), 1712-1718.
- Önal, H. (2008). Coğrafya öğretiminde aktif öğrenme uygulamaları. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi.
- Tezcan, H. ve Erçoklu, H. F. (2003). Geleneksel anlatım ve yapılandırıcı yaklaşımın radyoaktivite öğretiminde başarıya etkilerinin karşılaştırılması ve ilgili yanlış kavramaların giderilmesindeki etkileri. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8 (1), 201-225.
- 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.
- Vasudevan, S. (2014).
https://www.researchgate.net/post/What_is_the_solution_to_a_low_Cronbachs_alpha_0_5_Is_it_possible_to_continue_with_a_low_value_of_05 adresinden 29 Temmuz 2016 tarihinde indirilmiştir.
- Yalçın, A. ve Kılıç, Z. (2005). Öğrencilerin yanlış kavramaları ve ders kitaplarının yanlış kavramalara etkisi örnek konu: Radyoaktivite. *GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(3), 125-141.
- Yumuşak, A., Maraş, İ., & Şahin, M. (2015). Effects of computer-assisted instruction with conceptual change texts on removing the misconceptions of radioactivity. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 3(2), 23-50.

EXTENDED SUMMARY

In recent days, what university students know about the issues of nuclear chemistry, radiation, radioactivity and radioactive, which have come to the agenda again upon request by the initiative for the establishment of nuclear power plants in our country, will provide information on this layer of our society and show the knowledge of young people as the owner of tomorrow. It will also serve a basis for the future educational studies. To determine what the students studying in the science education department of the faculty of education is associated with the estimation of what they teach to the next generation and the next generation's level of knowledge. This study was planned to provide information to the relevant authorities about what should be done at the in-service and pre-service teacher education levels. In this study,

which aimed to determine the knowledge of the science teacher candidates on radioactivity, a 34-questioned-test developed by the researchers was applied to freshmen attending the faculty of education at a state university. The test was developed by using the literature and high school chemistry topics and had 18 multiple choice and 16 open-ended questions. The subject areas of the questions were as the following; nuclear reactions (12 questions), usage of radioactivity (12 questions), concept definition (6 questions), the difference between chemical and nuclear reactions (2 questions), conceptual modelling (1 question) and concept example (1 question). Furthermore the questions were prepared in the cognitive processes of knowledge and application. This scale was applied to 56 pre-service science teachers attending to the General Chemistry I course during the fall semester of 2014-15 academic year. In this way, the papers obtained from the pre-service teachers were read and evaluated by the researchers. The answers to open-ended questions were classified into the categories of "accurate", "misconception", "wrong", and "blank". On the other hand the answers to the multiple choice questions were classified as either "true" or "false". The rate of the correct responses to the multiple choice questions were as the following; 52 % (question 17); 13 % (question 18); 19 % (question 47), 79 % (question 20); 4 % (questions 21, 23 and 33); 58 % (questions 22 and 30); 31 % (question 24); 45 % (question 25); 11 % (question 26); 55 % (question 27); 63 % (question 28); 21 % (question 29); 43 % (question 31); 18 % (question 32), 8 % (question 34). Therefore, the correct response rates of the pre-service science teachers ranged from 4 % (definition of concepts and issues related to nuclear reactions) to 79 % (on the concept of examples). On the other hand, the pre-service teachers' correct response rates were between 9 % (concept definition, question 15) and 86 % (radioactivity uses, question 14) in open-ended questions. Pre-service science teachers hold misconceptions on the radioactivity, warning picture, nuclear power plant (questions 1, 13, and 16); isotopes (question 4); natural and artificial nucleus reaction (question 6); age of the rocks (question 8); atomic bomb (question 10); hydrogen bomb (question 11) and core irradiation (question 15).

