

FİZİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ RADYOAKTİVİTE KONUSUNDAKİ KAVRAM YANILGILARININ GİDERİLMESİNDE MODELLEMENİN ETKİSİ

Doç. Dr. Mustafa BAKAÇ

Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Fizik Eğitimi,
mustafa.bakac@gmail.com

Aslıhan KARTAL TAŞOĞLU

Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Fizik Eğitimi,
aslihan.kartal@deu.edu.tr

ÖZET

Bu araştırmada fizik öğretmen adaylarının radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde geleneksel öğretim yöntemi ve modellemenin etkisi araştırılmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının nükleer olaylara karşı tutumu ve cinsiyetin, radyoaktivite konusundaki kavram yanlışları üzerinde etkili olup olmadığı da incelenmiştir. Bu amaçla araştırma 2015-2016 güz döneminde Nükleer Fizik I ve Nükleer Fizik Laboratuvarı I derslerine devam eden 16 öğretmen adayı üzerinde yürütülmüştür. Araştırmada tek gruplu öntest-sontest deneysel deseni kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak iki aşamalı Kavram Yanılgısı Belirleme Testi ön ve son test olarak kullanılmıştır. Araştırma sonunda öğretmen adaylarının öntest ve sontest sonuçları arasında anlamlı düzeyde farklılık elde edilmemiştir. Cinsiyet değişkenine göre öğretmen adaylarının test puanlarında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının nükleer olaylara karşı tutumlarına göre test puanlarında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir.

Anahtar kelimeler: modelleme, kavram yanlışlığı, radyoaktivite

THE EFFECT OF MODELING IN REMOVING THE MISCONCEPTIONS ON RADIOACTIVITY OF PROSPECTIVE PHYSICS TEACHERS

ABSTRACT

The study has investigated the effect of the use of traditional teaching method and use of modeling in removing the misconceptions on radioactivity of prospective physics teachers. In addition, prospective teachers' attitudes against nuclear incident and gender was also examined whether acting on misconceptions about radioactivity. For this purpose, research was conducted on 16 prospective teachers of ongoing Nuclear Physics I and Nuclear Physics Laboratory I courses in 2015-2016 autumn semester. One group pretest and posttest design was used in the study. Two stage Misconception Determination Test was used as a pre and post test. At the end of the research, there was no significant difference of prospective teachers according to gender between pretest and posttest points. In addition, there was no significant difference in the test scores of prospective teachers according to their attitudes towards nuclear incident.

Keywords: modeling, misconception, radioactivity

1. GİRİŞ

Radyasyon konusu medyada sıkça gündeme gelmektedir. Medya dışında üniversite düzeyindeki radyoaktivite konusu içerisinde, radyasyonun günlük hayattaki kullanım alanları, faydaları ve zararları öğretilmektedir. Ayrıca Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı'nın 2007 yılı öğretim programında, 12. sınıf fizik öğretim programına "Radyoaktivite" ünitesini eklemesiyle, fizik öğretmen adaylarının bu konudaki görev ve sorumluluklarının artmasına neden olmuştur (MEB, 2009). İlave olarak Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı'nın 2012 yılı öğretim programında yaptığı değişiklikle de 12. sınıf fizik öğretim programında "Radyoaktivite", "Modern Fizik" ve "Modern Fiziğin Teknolojideki Uygulamaları" bölümlerini eklemesi konunun önemini bir derece daha artırmıştır (MEB, 2013). Bu sebeple radyoaktivite ve radyasyon ile ilgili olgular, halkın ve özellikle de fizik öğretmen adaylarının doğru bilmesi gereken konulardır. Nitekim öğrencilerin bu konularda doğru bilgilerle donanmasını sağlayacak olanlar, radyasyon farkındalığı konusunda bilinçlenmiş fizik öğretmen adayları ve fizik öğretmenleridir.

Öğrenciler zihinlerinde taşıdıkları kavram yanlışlarından genellikle habersizdir ve doğrusunu bilmedikleri için birçok yanlış kavrama sahiptirler. Araştırmacılar, öğrencilerin bilimsel kavramları anlaması, sahip oldukları kavram yanlışlarının sebepleri ve giderilmesi konularına önem vermektedirler. Kavram yanlışlarının nedenlerini tespit etmek ve yanlışları gidermeye çalışmak, kavram yanlışlarını belirlemekten daha zor ve zaman alıcı bir süreçtir. Araştırma konusu olan radyoaktivite birbirine benzeyen, radyoaktiflik, radyoaktivite, radyoaktif madde ve radyasyon gibi kavramlarla öğretilen bir konudur. Yapılan çalışmalarda, öğrencilerin bu kavramların birbirlerinden farkını bilmedikleri, dolayısıyla bu kavramları karıştırdıkları, birbirlerinin yerlerine kullandıkları, bu konularda kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmektedir (Yumuşak, 2013).

Henriksen (1996) Norveç Oslo Üniversitesi'nde yaptığı çalışmada, temel fizik dersine devam eden 270 öğrencinin, radyasyon, radyoaktivite ve radyasyon riskini anlamalarını araştırmıştır. Araştırma sonunda, öğrencilerin çoğunun iyonlaştırıcı radyasyonun kaynakları ve diğer çevresel tehlikeler arasındaki farkı ayırt edemedikleri ve ayrıca en çok korkulan radyasyon

kaynaklarının nükleer güç santralleri ve denizaltıların olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Prather ve Harrington (2001) 277 üniversite öğrencisiyle yaptığı çalışmada; öğrencilerin radyoaktivite ve iyonize radyasyon ile ilgili ön bilgilerini araştırmışlardır. Öğrencilerin çoğunun radyoaktivite konusu ile ilgili önemli kavramsal zorluklar yaşadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğrencilerle yapılan görüşmeler sonucunda, iyonlaştırıcı radyasyon ve radyoaktivite konuları ile ilgili zorlandıkları kavramları belirlemişler ve bu konularla ilgili ön öğrenmelerini ortaya koymuşlardır. Öğrencilerin radyasyon ile ilgili bilgi ve düşüncelerini inceleyen Colclough, Lock ve Soares (2011) Fizik, Kimya, Biyoloji ve Tarih branşlarındaki öğretmen adaylarının radyoaktivite ve iyonlaştırıcı radyasyon hakkındaki bilgi ve tutumlarını incelemişlerdir. Tutum düzeylerini ölçmek amacıyla dört senaryo hazırlanmış ve her branştaki üçer öğretmen adayı ile görüşme yapılmıştır. Öğrencilerin bilgi düzeyleri ise hazırlanan çoktan seçmeli bir test ile ölçülmüştür. Fizik branşındaki öğretmen adaylarının yüksek seviyede bilgiye sahip olmalarına karşın, bilgilerinde sınırlılıklar ve kavram yanlışları olduğu tespit edilmiştir.

Neumann ve Hopf (2012)'un yaptıkları çalışmada; öğrencilerin genel olarak radyasyon ve radyasyonun farklı türleri ile ilgili bilgilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada 50 lise öğrencisinin kavramları yarı yapılandırılmış görüşme ile belirlenmiştir. Öğrenciler 14-16 yaşlarında ve yedi farklı liseden seçilmiştir. Çalışma sonunda çoğu öğrencinin radyasyon konusu hakkındaki kavramlarının bilimsel görüşten çok farklı olduğu tespit edilmiştir.

Ayrıca Güneş (2005)'e göre kavram yanlışlarının fazla görüldüğü konularda geleneksel yöntemler yerine modelleme etkinlikleri kullanılabilir. Soyut kavramların zihinde daha somut bir şekilde canlandırılmasında, modelleme ve modeller oldukça etkili bir yöntemdir. Mavi (2008) yaptığı çalışmada, lise öğrencilerinin radyasyon algılarını araştırmış ve araştırma sonunda; radyasyonun tanımı, zararları, olumlu yönleri, tıp alanındaki uygulamaları, radyasyon kaynakları, günlük hayatımızda radyasyonun yeri, bize verdiği zararlar, radyasyondan korunma yolları, nükleer santraller, nükleer kazalar, baz istasyonları, kanser, yiyeceklerimizdeki radyasyon gibi günlük yaşantımızın içinde bulunan konular ile ilgili öğrencilerin eksikliklerinin olduğunu ve kavram yanlışlarına sahip olduklarını tespit etmiştir. Kavramsal değişim metinlerinin etkililiği ile ilgili yapılan çalışmalardan biri olan Yumuşak

(2013)'ın yaptığı çalışmada; fen bilgisi retmen adaylarının radyoaktivite konusundaki kavram yanılığlarının giderilmesinde, kavramsal değişim metinlerinin, bilgisayar destekli üretim, kavramsal değişim metinleri ile bilgisayar destekli üretim kullanılması ve geleneksel üretim yönteminin etkilerini incelemiştir.

Aydın (2007) ise yaptığı çalışmada, ilköğretim yedinci sınıf rencilerinin ısı ve sıcaklık konusunda sahip oldukları kavram yanılığlarının belirlenmesi, belirlenen kavram yanılığlarının, kavram haritası tekniği ve geleneksel üretim yöntemi kullanılarak desteklenmiş bir fen üretimini renci başarısı üzerindeki etkisini araştırmıştır.

Radyasyon ve radyasyon kaynakları yaşamımızın içinde olmasına ve radyasyondan değişik alanlarda faydalanmamıza rağmen, hem renciler hem de halkın radyasyon hakkındaki bilgilerinin yetersiz ve bu konudaki düşüncelerinin genelde olumsuz olduğu görülmektedir. Bu araştırmanın amacı, fizik retmen adaylarının radyoaktivite konusundaki kavram yanılığlarının giderilmesinde geleneksel üretim yöntemi ve modellemenin etkisini araştırmaktır. Ayrıca retmen adaylarının nükleer olaylara karşı tutumu ve cinsiyetin, radyoaktivite konusundaki kavram yanılığları üzerinde etkili olup olmadığı da incelenmiştir.

2. YÖNTEM

Araştırma Modeli: Araştırmada deneme öncesi modellerden tek grup ntest- sontest modeli kullanılmıştır. Bu tür bir desen tekrarlı ölümler deseni olarak tanımlanabilir. Böyle bir tekrarlı ölümler deseni, tek faktörlü (zamana bağlı iki ölüm) olduğu söylenbilir. Çünkü desende sadece deneklerin davranışlarında zamana bağlı anlamlı bir farklılaşmanın olup olmadığı incelenmektedir. Bu yaklaşımda, izlenen eleman ya da ünite genellikle az sayıda olup; derinliğine ya da genişliğine kapsamlı gözlemler yapılmak istendiği durumlarda, özellikle uygun bir yaklaşımdır. Bu tür araştırmaların en ayrıcı özelliği, daha uzun zaman diliminde bitirilebilmesidir. İzleme yaklaşımı ile elde edilen bulguların geçerlik olasılığı yüksektir. Ancak, az sayıda eleman üzerinde alışılabildiğinden, gözlenenler dışında genellenebilirliği sınırlıdır (Büyüköztürk, 2006; Karasar, 1999).

Çalışma Grubu: Araştırmada, 2015-2016 güz döneminde Nükleer Fizik I ve Nükleer Fizik Laboratuvarı I derslerine devam eden 16 dördüncü sınıf fizik öğretmen adayı çalışma grubunu oluşturmuştur.

Veri Toplama Aracı: Veri toplama aracı olarak Yumuşak (2013) tarafından geliştirilen iki aşamalı Kavram Yanılgısı Belirleme Testi (Ek 1’de iki adet örnek soru verilmiştir) kullanılmıştır. Test; radyoaktif madde, radyoaktivite, radyasyon, çekirdek reaksiyonları, yarılanma süresi, alfa bozunması, beta bozunması, gama bozunması, fisyon ve füzyon konularını kapsamakta ve toplam alt boyutsuz 18 sorudan oluşmaktadır. Testin iki aşamalı sorularını analiz etmede kullanılan değerlendirme; doğru cevap-doğru gerekçe: üç puan, yanlış cevap-doğru gerekçe: iki puan, doğru cevap-yanlış gerekçe: bir puan, yanlış cevap-yanlış gerekçe: sıfır puan şeklindedir.

Ölçme aracının Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı 0,64 olarak tespit edilmiştir.. Testin kapsam geçerliliği için alan uzmanı dört fizikçi, bir fizik eğitimcisi, bir fen eğitimcisi ve bir uzman tarafından incelenmiş ve testin radyoaktivite konusundaki kavramları ölçmeye yönelik yeterli düzeyde olduğunu belirtmişlerdir. 18 sorudan oluşan test görünüş açısından fizik eğitimcilerine inceletilmiş ve görünüş geçerliğine sahip olduğuna kanaat getirilmiştir. Testin yapı geçerliliğini analiz etmek amacıyla, Genel Fizik III dersinde radyoaktivite konuları işlenmiş grup ile konuların işlenmediği gruba uygulanan testten elde edilen veriler karşılaştırılmış, konuların işlendiği grup lehine anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur, bu durum testin yapı geçerliliğinin var olduğunu göstermektedir (Yumuşak, 2013).

İşlem Basamakları: Radyoaktivite konusu işlenmeden önce Kavram Yanılgısı Belirleme Testi öğretmen adaylarına ön test olarak uygulanmıştır. Radyoaktivite konusu öğrencilere geleneksel öğretim yöntemlerinden düz anlatım ve soru cevap yöntemleri kullanılarak öğretilmiştir. Ayrıca konu ile ilgili bozuk para ve tavla zarı kullanılarak modelleme deneyleri yapılmıştır.

Para modellemesinde 200 adet bozuk para rastgele atılarak tura gelenler dışarı alınmış, yazı gelenler ile deney tekrarlanmıştır. Paraların hepsi tura gelene kadar deney devam etmiştir. Daha sonra elde edilen verileri kullanarak grafikler çizdirilmiştir. Grafiklerden eğim, yarı atış, ortalama atış hesaplanmıştır. Aynı deney daha sonra 300 adet zar kullanılarak yapılmıştır.

Zarlar rastgele atıldıktan sonra, bir gelenler dışarı alınmış geri kalan zarlar ile atışlara devam edilmiştir. Bütün zarların hepsi bir gelene kadar deneye devam edilmiştir. Para deneyinde olduğu gibi grafikler çizdirilerek ilgili büyüklükler hesaplanmıştır.

Bu iki deney hakkında veriler göz önünde bulundurularak yorum yapılmış, radyoaktif bozunma ile ilgisi tartışılmıştır. Ders anlatımı ve deneyler bittikten sonra öğretmen adaylarına Kavram Yanılgısı Belirleme Testi son test olarak tekrar uygulanmıştır. Deneysel işlemler toplam 8 ders saati sürmüştür.

Verilerin analizi: Çalışma grubu 30 kişiden az olduğu için parametrik olmayan testler kullanılmıştır. Öntest ve son test arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını görmek amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar testi, cinsiyete göre farklılık olup olmadığını belirlemek için Mann Whitney U testi kullanılmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının nükleer olaylara karşı tutumunun kavram yanılgıları üzerindeki etkisini görmek için Kruskal Wallis H testi kullanılmıştır. Öğrenciler nükleer olaylara karşı tutumlarını “olumlu”, “kararsızım” ya da “olumsuz” şeklinde işaretlemişlerdir.

3. BULGULAR

Araştırmada elde edilen verilerin değişkenlere göre analizlerini içeren bulgular aşağıda sunulmuştur.

Tablo 1. Öntest-Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

Sontest-öntest	N	Sıra Ort.	Sıra Top.	z	p
Negatif sıra	4	6,00	24,00	-1,51	0,13
Pozitif sıra	9	7,44	67,00		
Eşit	3				

Tablo 1’den görüleceği üzere araştırmada öğretmen adaylarının Kavram Yanılgısı Belirleme Testi ön-test ve son-test sonuçları arasında anlamlı düzeyde bir farklılık elde edilmemiştir ($p > 0,05$). Radyoaktivite konusunun öğretiminde geleneksel öğretim yöntemi ve modellemenin kullanılmasının, fizik öğretmen adaylarının bu konudaki kavram yanılgılarının giderilmesinde etkili olmadığı görülmektedir.

Tablo 2. Cinsiyete Göre Sontest Puanlarının Karşılaştırılması

Cinsiyet	N	Sıra Ort.	Sıra Top.	U	p
Kız	9	9,78	88,00	20,00	0,25
Erkek	7	6,86	48,00		

Cinsiyet değişkenine göre öğretmen adaylarının test puanlarında anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0,05$). Bu durum öğretmen adaylarının radyoaktivite konusunda sahip oldukları kavram yanlışları üzerinde cinsiyetin etkisinin olmadığını göstermektedir..

Tablo 3. Nükleer Olaylara Karşı Tutumun Kavram Yanılgıları Üzerindeki Etkisinin Sonuçları

Tutum	N	Sıra Ort.	sd	χ^2	p
Olumlu	3	12,00	2	2,81	0,25
Kararsızım	8	8,63			
Olumsuz	5	6,20			

Öğretmen adaylarının nükleer olaylara karşı tutumları incelendiğinde test puanları üzerinde etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0,05$). Bu durum öğretmen adaylarının radyoaktivite konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarında, nükleer olaylara karşı tutumlarının etkisinin olmadığını göstermektedir..

4. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmada, radyoaktivite konusunun öğretiminde geleneksel öğretim yöntemi ve modellemenin kullanılmasının fizik öğretmen adaylarının bu konudaki kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının nükleer olaylara karşı tutumu ve cinsiyetin, radyoaktivite konusundaki kavram yanlışları üzerinde etkili olmadığı sonucuna da ulaşılmıştır. Alan yazın incelendiğinde çalışmada elde edilen sonuçlara sıkça rastlanmıştır.

Henriksen (1996) yaptığı çalışmada, Norveç Oslo Üniversitesi'nde temel fizik dersine devam eden 270 öğrencinin, radyasyon, radyoaktivite ve radyasyon riskini anlamalarını araştırmıştır. Araştırma sonunda, öğrencilerin çoğunun iyonlaştırıcı radyasyonun kaynakları ve diğer çevresel tehlikeler arasındaki farkı ayırt edemedikleri tespit edilmiştir. Neumann ve Hopf (2012)'un yaptıkları çalışmada; çoğu öğrencinin radyasyon konusu hakkındaki kavramlarının bilimsel görüşten çok farklı olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilere radyasyon terimi ile ilgili ilk çağrışım ve duygu sorulduğunda, birçok öğrencinin yalnızca olumsuz duruş ve duygu sergilediği belirtilmiştir.

Prather ve Harrington (2001) 277 üniversite öğrencisiyle yaptığı çalışmada öğrencilerin çoğunun radyoaktivite konusu ile ilgili önemli kavramsal zorluklar yaşadığı sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca öğrencilerle yapılan görüşmeler sonunda, iyonlaştırıcı radyasyon ve radyoaktivite konuları ile ilgili zorlandıkları kavramları belirlemişler ve bu konularla ilgili ön öğrenmelerini ortaya koymuşlardır. Morgil, Yılmaz ve Uludağ (2004), öğrencilerin radyoaktivite konusundaki bilgilerini araştırdıkları çalışmada; öğrencilerin sahip olduğu bilgilerin ders kitaplarında ki bilgilerle sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin radyasyon teknolojisi kavramını ve hangi alanda kullanıldığını bilmedikleri ve örnekler veremedikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Mavi (2008) yaptığı çalışmada; lise öğrencilerinin radyasyon algılarını araştırmış ve öğrencilerin bu konuda anlama düzeylerinin oldukça düşük olduğu ve bazı kavram yanlışlarına sahip olduklarını belirlemiştir. Genel olarak öğrencilerin bilgilerinin yetersiz olduğu konular, "radyasyonun tanımı, olumlu olumsuz yönleri ve tıp alanındaki uygulamaları, yiyeceklerimizdeki radyasyon, radyasyondan korunma yolları, nükleer santraller" gibi konulardır. Kavramsal değişim metinlerinin etkililiği ile ilgili yapılan çalışmalardan biri olan Yumuşak (2013)'in yaptığı çalışmada; fen bilgisi öğretmen adaylarının radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde bilgisayar destekli öğretimin, kavramsal değişim metinlerinin, kavramsal değişim metinleri ile bilgisayar destekli öğretimin kullanılmasının ve geleneksel öğretim yönteminin etkilerini incelemiştir. Araştırmanın örneklemini, Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünün dört farklı şubesinde öğrenim gören toplam 92 dördüncü sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Her şubede farklı bir öğretim yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından geliştirilen iki

aşamalı “Kavram Yanılgısı Belirleme Testi” ve mülakatlar kullanılmıştır. Araştırma sonunda, kavram yanılgılarının giderilmesinde, deney gruplarında uygulanan yöntemlerin kontrol grubunda uygulanan geleneksel öğretim yöntemine kıyasla daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Aydın (2007) yaptığı çalışmada, ilköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konusunda sahip oldukları kavram yanılgılarının belirlenmesi, belirlenen kavram yanılgılarının, kavram haritası tekniği ve geleneksel öğretim yöntemi kullanılarak desteklenmiş bir fen öğretiminin öğrenci başarısı üzerindeki etkisini araştırmıştır. Isı ve sıcaklık konusuyla ilgili öğrencilerin bilgi seviyelerini ve kavram yanılgılarını belirlemek amacıyla bir test hazırlanmış ve toplam 56 öğrenciye ön test olarak uygulanmıştır. Isı ve sıcaklık konusunun öğretimi, deney grubuna kavram haritası kullanılarak, kontrol grubuna ise geleneksel öğretim yöntemiyle yapılmıştır. Uygulanan son test sonucunda, deney grubunun kontrol grubuna göre daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.

Öğrencilerin radyoaktivite konusunda sahip oldukları kavram yanılgılarının giderilmesinde, başka öğretim yöntem ve teknikleri kullanılabilir.

KAYNAKÇA

1. Aydın, Z. (2007). Isı ve sıcaklık konusunda rastlanan kavram yanlışları ve bu kavram yanlışlarının giderilmesinde kavram haritalarının kullanılması. *Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi*, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
2. Büyüköztürk, Ş. (2006). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
3. Colclough, N. D., Lock, R., ve Soares, A. (2011). Pre-Service teachers' subject knowledge of and attitudes about radioactivity and ionising radiation. *Journal of Science Education*, 33(3), 423-446.
4. Güneş, B. (2005). Bilimsel hatalar ve kavram yanlışları. R. Yağbasan (Ed), *Konu alanı ders kitabı inceleme kılavuzu- Fizik*. (ss. 59-114) içinde. Ankara: Gazi Kitabevi.
5. Henriksen, E. K. (1996). Laypeople's understanding of radioactivity and radiation. *Radiation Protection Dosimetry*, 68(3/4), 191-196.
6. Karasar, N. (1999). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
7. Mavi, M. (2008). Lise öğrencilerinin radyasyon konusundaki kavram yanlışlarının tespiti. *Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
8. 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.
9. Neumann, S., ve Hopf, M. (2012). Students' conception about "radiation": Results from an explorative interview study of 9th grade students. *Journal of Science Education and Technology*, 21, 826-834.
10. Prather, E., ve Harrington, R. (2001). Student understanding of ionizing radiation and radioactivity. *Journal of College Science Teaching*, 31(2), 89-93.
11. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2009). *Ortaöğretim fizik dersi 12. sınıf öğretim programı*. Ankara: T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı (www.fizikprogrami.com)
12. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2013). *Fizik dersi (9,10,11,12. sınıflar) öğretim programı* (<http://ttkb.meb.gov.tr/www/ogretim-programlari/icerik/72>)
13. Yumuşak, A. (2013). Fen bilgisi öğretmen adaylarının radyoaktivite konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde bilgisayar destekli öğretimin ve kavramsal değişim metinlerinin etkisi. *Yayımlanmış Doktora Tezi*, Celal Bayar Üniversitesi, Manisa.

Ek 1. Kavram Yanılgısı Belirleme Testi Örnek Sorular

1) “Radyoaktif bir atom α ışması yaptıktan sonra farklı bir elemente dönüşür.” ifadesi hakkında ne düşünüyorsunuz?

A)Doğru bir ifadedir B) Yanlış bir ifadedir.

Seçtiğiniz cevabın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

A) α ışması elementin kimyasal özelliklerini değiştirmeyeceği için farklı bir elemente dönüşmez.

B) Aynı elementtir sadece kararsız halden kararlı hale geğer.

C) α ışması yapan bir atomun çekirdeğindeki proton sayısı azalır ve farklı bir elemente dönüşür.

D) Işıma yaparak sadece enerjisini kaybeder, farklı bir elemente dönüşmez.

E)

2) “Radyoaktif maddeler her zaman radyasyon yaymaz.” ifadesi hakkında ne düşünüyorsunuz?

A)Doğru bir ifadedir B) Yanlış bir ifadedir.

Seçtiğiniz cevabın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

A) Radyoaktif maddeler ancak radyasyona maruz kalırsa radyasyon yayar.

B) Radyoaktif maddeler ancak dışarıdan bir etki olursa radyasyon yayar.

C) Radyoaktif maddelerin bazıları kendiliğinden, bazıları da dışarıdan bir etki olunca radyasyon yayar.

D) Radyoaktif maddeler herhangi bir dış etki olmadan kendiliğinden ve sürekli radyasyon yayan maddelerdir.

E)