

LİSE ÖĞRENCİLERİNDE OKSİJENLİ VE OKSİJENSİZ SOLUNUM KONUSUNDA GÖRÜLEN KAVRAM YANILGILARININ SAPTANMASI

Nejla YÜRÜK* Özlem S. ÇAKIR**

ÖZET: Yapılan kaynak taramaları sonucu lise öğrencilerinin oksijenli ve oksijensiz solunum konusunda kavram yanlışlarının olduğu belirlenmiştir [5] [6] [7] [8]. Bu kavram yanlışlarının öğrencilerde varlığını belirlemek için bir test geliştirilmiştir. Geliştirilen test 67 9. ve 56 10. sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Öğrencilerden alınan yanıtlar doğrultusunda madde analizi, faktör analizi ve güvenilirlik analizi yapılarak testin geçerliliği ve güvenilirliği belirlenmiştir. Oluşturulan belirtke tablosu (table of specification) ve öğrencilerin kişisel bilgileri ile test sonunda elde ettikleri başarı arasındaki ilişkilere bakılarak testin geçerliliği desteklenmiştir. Son olarak öğrencilerin sorulara verdikleri yanıtlara dayalı olarak öğrencilerde sıklıkla görülen kavram yanlışları, çeldiricileri seçen öğrenci yüzdelerine bakılarak incelenmiştir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: *Kavram yanlışları, tanı testi, oksijenli ve oksijensiz solunum*

ABSTRACT: Review of literature concerning aerobic and anaerobic respiration has shown that high school students have many misconceptions about these concepts. In order to detect students' misconceptions, a diagnostic test was developed. The test was administered to 67 ninth grade and 56 tenth grade students. Validity and reliability of the test was investigated by item analysis, factor analysis and table of specification. Moreover, validity of the test was supported by examining the relationship between students' personal information and achievement received from the test. Lastly, misconceptions were determined by calculating the percentages of the students choosing the alternatives of the test.

KEY WORDS: *Misconception, diagnostic test, aerobic and anaerobic respiration*

1. GİRİŞ

Fen eğitiminin amaçlarından biri öğrencilerin kavramları ezberlemeden anlamlı öğrenmelerini ve bu kavramları yaşantılarında gereksi-

nimleri doğrultusunda kullanmalarını sağlamaktır. Günümüzde pek çok araştırmacı öğrencilerin okula geçmiş yaşantılarında edindikleri tutum, beceri ve deneyimlerle geldiklerini kabul etmektedir. Bu nitelikler her öğrencinin farklı bir bilişsel yapıya sahip olmasına neden olmaktadır. Piaget'e (1967) göre öğrenci yeni bilgileri varolan bilişsel yapısının üzerine deneyimlerini katarak yapılandırır [1]. Von Glasserfeld (1984) ise öğrencilerin kendilerine söylenenleri ve okudukları şeyleri yansıtan bir ayna olmadıklarını savunmaktadır [2]. Son yıllarda gündemde olan oluşturmacı, kurmacı (Constructivist) teoriye göre öğrenme zihne sürekli yeni bilgilerin eklenmesi değil, eski bilgilerle yeni bilgiler arasında ilişki kurulmasıdır. Bundan yola çıkarak öğrenci bilgileri zihninde yapılandırırken bilimsel gerçeklere aykırı kavramlar oluşturabilir. Bu kavramlara bilim adamlarınca alternatif kavram, çocuk bilimi ve kavram yanlışlığı gibi farklı isimler verilmiştir [3] [4] [5].

Son yıllarda gerek eğitimciler gerekse araştırmacılar tarafından fen bilimleri alanındaki kavram yanlışları ile ilgili pek çok araştırma yapılmıştır. Oksijenli ve oksijensiz solunum konusundaki kavram yanlışlarının ele alındığı çalışmalar, öğrencilerin bu konuda bir çok kavram yanlışlarının olduğunu göstermektedir. Songer ve Mintzes'in (1994) yüz öğrenci ile kavram haritaları, mülakat ve açık uçlu sorular kullanarak yaptıkları çalışma, öğrencilerin tüm solunum tepkimelerinde glikozun hammadde olarak kullanıldığını düşündüklerini ortaya çıkarmıştır [6]. Bunun yanında fermentasyon tepkimelerinde oksijen yerine karbodioksitin kullanılması bu çalışmada bulunan kavram yanlışlarından biridir. Bir diğer kavram yanlışlığı ise fermentasyon

* Ar. Gör., ODTÜ Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, ANKARA

** Ar. Gör., ODTÜ Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, ANKARA

yapan mantarların canlı varlık olmadığı düşüncesidir. Ayrıca bu çalışmada, öğrencilerde bitkilerin solunum yapmadığı ve fotosentez sonrasında enerji üretildiği şeklinde kavram yanlışları da belirlenmiştir. Sander'in (1993) 136 biyoloji öğretmeni ile yaptığı araştırmada öğretmenlerin %53'ünün bütün canlılar solunum sırasında oksijene ihtiyaç duyarlar düşüncesine sahip oldukları tespit edilmiştir [7].

Oksijenli ve oksijensiz solunum ekoloji, sindirim, solunum ve boşaltım sistemleri konularının anlaşılması ve bilişsel organizasyonunda bir köprü görevini görmektedir. Anderson ve arkadaşları (1990) solunumun canlı organizmaların yaşamsal fonksiyonlarının kavranmasında anahtar olduğunu belirtmişlerdir [8]. Bu nedenle oksijenli ve oksijensiz solunum konusunda öğrencilerde görülen kavram yanlışlarının ortaya çıkarılması ve düzeltilmesi gerek biyoloji dersindeki başarının artması ve gerekse ezberden uzak gerçek öğrenmenin sağlanması açısından önemlidir. Öğrencilerde fen konularında varolan kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla genellikle mülakat yöntemi ve çoktan seçmeli sorular kullanılmaktadır. Mülakat yöntemi öğrencilerin kavram yanlışlarını bulmada etkin bir yol olmasına rağmen uygulaması ve analizi zaman alır ve zordur. Ancak uzmanlar tarafından uygulandığında başarılı sonuçlar elde edilir [9]. Öğretmenlerin, öğrencilerin kavram yanlışlarını tespit etmek için sınıfta kolayca uygulayabilecekleri araçlara ihtiyaçları vardır. Bu araçlardan biri de çoktan seçmeli testlerdir [10]. Buna yönelik olarak çalışmanın amacı oksijenli ve oksijensiz solunum konusunda lise öğrencilerinde bulunan kavram yanlışlarını ortaya çıkaran geçerli ve güvenilir bir test geliştirmek ve testi kullanarak lise birinci ve lise ikinci sınıf öğrencilerinde oksijenli ve oksijensiz solunum konusunda varolan kavram yanlışlarını ortaya çıkarmaktır.

2. YÖNTEM

2.1 Çoktan Seçmeli Testin Geliştirilmesi ve Uygulanması

Oksijenli ve oksijensiz solunumla ilgili lise düzeyinde işlenen kavramlar, ders programı incelenerek belirlenip konuyla ilgili kaynak taraması yapılmıştır. Bunun yanısıra, öğrencilerin olası kavram yanlışları konusunda biyoloji öğretmenlerinin de görüşleri alınmıştır. Kaynak taraması ve öğretmen görüşleri sonucunda belirlenen Tablo 1'de görülen kavram yanlışları dört seçenekli çoktan seçmeli testin geliştirilmesinde kullanılmıştır. Çoktan seçmeli testin her sorusunun çeldiricilerine belirlenen kavram yanlışları yerleştirilmiştir. Sorular hazırlanırken Bloom sınıflandırmasından yararlanılmıştır. Kavram yanlışlarının kişisel deneyimler sonucu oluşmasından dolayı sorular bilgi düzeyinden çok kavrama ve uygulama düzeyinde hazırlanmıştır. Soruların bilişsel düzeylere göre dağılımı bilgi düzeyinde %10; kavrama düzeyinde %30 ve uygulama düzeyinde %60 olarak belirlenmiştir. Uygulama düzeyindeki sorulara Tablo 2'de bir örnek verilmiştir.

Bir test geliştirme uzmanı ve biyokimya alanında doktarasını yapmış bir biyolog tarafından kontrol edilen sorular, alınan dönütler doğrultusunda tekrar gözden geçirilmiştir. 20 soruluk testin son hali Yıldırım Beyazıt Anadolu lisesi ve Çağrıbey Anadolu lisesindeki 67 lise birinci ve 56 lise ikinci sınıf öğrencisine bir ders saati süresince öğretmen ve araştırmacı gözetiminde testin amacı anlatıldıktan ve gerekli uyarılar yapıldıktan sonra uygulanmıştır.

2.2 Verilerin Analizi

Verilen yanıtlar doğrultusunda sorular faktör analizi yapılarak gruplandırılmıştır. Ayrıca her soru madde analizi yöntemiyle incelenmiş ve her bir soru madde zorluğu ve madde ayırım yapma gücü açısından kontrol edilmiştir. Maddelerin bu değerler açısından incelendiği örnek madde kartı Tablo 2'de görülebilir. Bununla birlikte belirtke tablosu ve soruların kavram yanlışlarına göre sınıflandırılması, testin geçerliliği-

ni kontrol etmede kullanılmıştır. Soruların konulara ve Bloom Sınıflandırması'nın bilişsel düzeylerine göre sınıflandırıldığı belirtke tablosu Tablo 3'de yer almaktadır. Öğrencilerin test sonunda elde ettikleri başarı ile öğrencilerin genel

ortalamaları, yaşları, kaçınıcı sınıfta oldukları ve dershaneye gidip gitmedikleri arasındaki ilişkinin anlamlı olup olmadığına bakılarak testin geçerliliği başka bir açıdan tekrar gözden geçirilmiştir. Testin güvenilirliği Cronbach alfa güven-

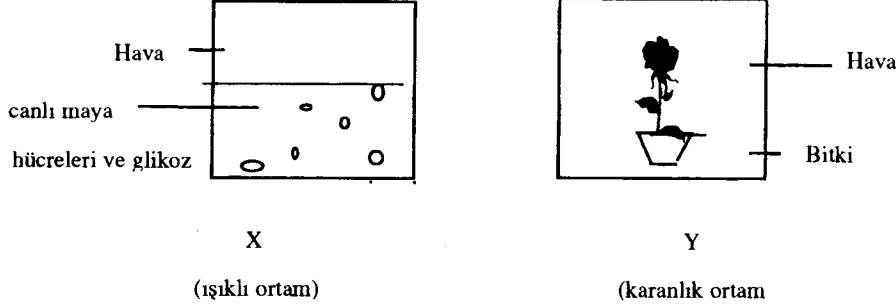
Tablo 1: Kavram yanılgılarına göre belirtke durumu

	Kavram Yanılgıları	Bilgi	Kavrama	Uygulama	Toplam Seçenek Sayısı
1	Bitkiler solunum yapmazlar.		18a (7),18d(16)	6b(17),6c(6),16b(30),	5
2	Fotosentezle bitkinin metabolizması için enerji üretilir.			1a(14),1d(37)	2
3	Bütün canlılar solunum yaparken oksijene ihtiyaç duyarlar.	11b(13),	8d(8)	20b(14)	3
4	Oksijensiz solunumda oksijen yerine karbondioksit kullanılır		2c(7),7a(9),12d(27)		3
5	Solunum sırasında açığa çıkan ısı hücrel aktivitelere kullanılır.		3c(42)	1	
6	Solunum sonucu glikoz üretilir.		5d(7),7d(28), 8b(13), 18b(19)		4
7	Kas hücrelerinde oksijensiz solunum yapılırken oksijenli solunum yapılmaz.		4b(28),4d(3)	9b(13),9d(39),10b(10)	5
8	Hem oksijenli hem oksijensiz solunum sonrasında karbondioksit üretilir.		8a(16),		1
9	Oksijensiz solunum yalnız mantarlarda görülür.		2a(4)		1
10	Hem laktik asit fermentasyonu hem de alkolik fermentasyon sonucu karbondioksit üretilir			19b(26)	1
11	Fermentasyon yapan mantarlar cansızdır	11a(11)			1
12	Oksijen bulunan bir ortamda mantarlar hem oksijenli solunum hem de oksijensiz solunum yaparlar.	11c(13)		15a(39), 17d(19)	3
13	Bütün solunum tepkimelerinde glikoz hammadde olarak kullanılır.	14b(19), 14d(23)	12b(32)		3
14	Çimlenen tohum fotosentez yaparken enerjiye ihtiyaç duyar.			13b(5),13d(25)	2
15	Işıklı ortamda mantarlar fotosentez yaparlar .			17a(16),17c(14),19d(11)	3
16	Solunum sonucunda açığa çıkan enerjinin tamamı depo edilir.		18c(52)		1
17	Fermentasyon sırasında glikoliz süresince oksijenli solunuma göre daha fazla ATP'ye ihtiyaç vardır.			20a(16)	1
18	Kas hücrelerinde yalnızca oksijenli solunum gerçekleşir.		4c(45)		1
19	Fermentasyon sonucu su oluşur. Toplam Seçenek Sayısı	5	5a(11) 19	19	1

• Parantez içinde verilen sayılar çeldiricileri seçen öğrenci yüzdelere ifade etmektedir

Tablo 1. Örnek Soru Kartı

17. Aşağıdaki gibi hazırlanmış bir deney düzeneğinde kapalı ve içinde eşit miktarda hava bulunan X kabına canlı maya hücreleri ve glikoz Y kabına ise yeşil bir bitki yerleştirilmiştir. Bir hafta sonra X ve Y kabından 1'er ml'lik hava alınıp analiz edildiğinde X kabından alınan havadaki oksijen miktarının Y kabına oranla daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonucu aşağıdakilerden hangisi açıklayabilir?



- X kabında bulunan maya hücreleri fotosentez yaparak O_2 üretirken, Y kabındaki bitki yalnızca solunum yaparak O_2 tüketir.
- X kabında bulunan maya hücreleri solunum yaparken O_2 'e ihtiyaç duymazken, Y kabındaki bitki solunum yaparken O_2 kullanır.
- X kabındaki maya hücreleri fotosentezle ürettiği O_2 'i solunumda kullanırken, Y kabındaki bitki gerekli O_2 'i havadan sağlayacaktır.
- X kabındaki maya hücrelerinin bitkiye oranla daha az enerjiye ihtiyacı olduğundan solunum sırasında daha az O_2 kullanır.

Madde istatistiği				Seçenek istatistiği			
No	Zorluk	Çift	Nokta	Seçenek	Seçen	Çift	Nokta
İndisi	Serili	Çift Serili	Çift Serili		Yüzde	Serili	Çift Serili
17	0.345	0.492	0.381	1	%16,2	-0.159	-0.106
				2	%34,5	0.492	0.381 *
				3	%14,1	0.015	0.010
				4	%19,0	-0.108	-0.074
				Other	%16,2	-0.475	-0.316

Bu soru uygulama düzeyinde hazırlanmıştır. Bu sebepten dolayı bu maddenin madde zorluğu göreceli olarak yüksektir. Bunun yanında madde ayırma yapma gücünün çok düşük olmaması bu maddenin testin genelinde çok sayıda kavram yanlışlığı olan öğrencilerle az sayıda kavram yanlışlığı olan öğrencileri birbirinden ayırabildiği anlamına gelmektedir. Fakat c çeldiricisinin çift serili katsayısının pozitif olması testin genelinde başarılı öğrencilerin bu çeldiriciyi seçtiklerini ifade etmektedir. Bu seçeneği seçen öğrencilerin mantarların ışıklı ortamda fotosentez yaptıkları konusunda kavram yanlışlarının olması olasıdır.

nilirlik sabiti ile tespit edilmiştir. öğrencilerde sıklıkla görülen kavram yanlışları soru bazında çeldiricileri seçen öğrenci yüzdelerine bakılarak incelenmiştir.

BULGULAR

3.1. Madde Analizi Sonuçları

20 soruluk çoktan seçmeli tanı testine katılan 123 öğrencinin ortalama doğru yanıt sayısı 8'dir. Öğrencilerin test sonucunda elde ettikleri

doğru yanıt sayısının dağılımının göstergesi olan varyans 10,7'dir. Buna göre standart sapma da 3,3 olarak bulunmuştur. Öğrencilerin bu test sonucunda elde ettikleri doğru yanıt sayısı 2 ile 18 arasında değişmektedir. Yapılan analiz sonucu madde zorluğu katsayısının 0,11 ile 0,79 aralığında olduğu görülmüştür. Testin güvenilirliği Cronbach alfa güvenilirlik sabiti (0,65) ile belirlenmiştir. Verilen test sonunda çok sayıda doğru yanıt olan öğrencilerle az sayıda doğru yanıt olan öğrencileri ayırabilmenin göstergesi olan çift serili katsayılarının 0.07 ile 0.92 arasında değiştiği görülmüştür.

Tablo 2: Konulara ve bilişsel düzeylere göre soruların sınıflandırıldığı belirtke durumu

İçerik/Davranış	Bilgi	Kavrama	Uygulama	Toplam Soru Sayısı	Yüzde (%)
Oksijensiz solunum	11	4, 10	9, 15	5	25
Oksijenli ve oksijensiz solunum arasındaki farklar		2,5,7	12,17,20	6	30
Laktik asit ve alkolik fermentasyon arasındaki farklar		8	19	2	10
Fotosentez ve solunum arasındaki farklar			1,13,6,16	4	20
Toplam soru sayısı	2	6	12		
Yüzde (%)	10	30	60		100

3.2. Faktör Analizi Sonuçları

Verilen yanıtlar doğrultusunda soruların anlamlı gruplar oluşturmasına bakılarak testin geçerliliği tespit edilmiştir. Örneklemin 250 den az olması sebebiyle faktör analizi yaparken Kaiser kuralı Scree Plot kuralına tercih edilmiştir. Toplam varyansın %64'ünü açıklayan 8 faktör bulunmuştur. Faktör analizi yapılırken gerek Varimax gerekse Oblimin döngüleri kullanılmıştır. Oblimin döngüsü sonrasında faktörler arasındaki ilişkinin anlamlı olmaması sebebiyle varimax döngüsü sonrası ortaya çıkan faktörler kabul edilmiştir [10].

Faktörleri oluşturan sorular incelendiğinde soruların genel olarak ölçülmek istenen kavram yanılgıları başlıkları altında toplandığı gözlenmiştir. Faktör 2'de yer alan ikinci, beşinci ve yedinci soruların oksijenli ve oksijensiz solunum hakkındaki benzerlik ve farklarla ilgili kavram yanılgılarını bulmaya yönelik sorular olmaları bir örnek teşkil etmektedir.

3.3. Öğrenci Kişisel Bilgileri ile Başarıları Arasındaki İlişkiler

Oluşturulan testin geçerliliği incelenirken öğrencilerin kişisel bilgileri ile test sonunda elde ettikleri başarıya bakılmıştır. öğrencilerin sınıfları ile başarıları arasındaki ilişkiyi gösteren nokta çift serili korelasyon katsayısının 0.56 olduğu görülmüştür ve bu ilişkinin anlamlı olduğu ortaya çıkmıştır ($p < 0.01$). Testin geçerliliğinin diğer bir göstergesi ise öğrencilerin genel not ortalamaları ile başarıları arasındaki ilişkiyi gösteren

ren Pearson korelasyon katsayısının 0.01 düzeyinde anlamlı çıkmasıdır ($r = 0.30$; $p < 0.01$). Bunun yanında öğrencilerin yaşları ile başarıları arasındaki ilişkinin göstergesi olan Pearson korelasyon katsayısı 0.3 ve ilişki anlamlı çıkmıştır ($p < 0.01$).

3.4. Öğrencilerin Sahip Oldukları Kavram Yanılgıları

Teste katılan öğrencilerin oksijenli ve oksijensiz solunum konusu ile ilgili sahip oldukları kavram yanılgılarını belirlemek amacıyla kavram yanılgıları içeren çeldiricileri seçen öğrencilerin yüzdeleri hesaplanmıştır. Hesaplanan yüzdeler Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1'den de anlaşılacağı gibi kaynak taraması sonucu bulunan kavram yanılgıları dışında da kavram yanılgılarının var olduğu saptanmıştır. Bunlara "kas hücrelerinde oksijensiz solunum yapılırken oksijenli solunum yapılmaz", "oksijen bulunan bir ortamda mantarlar hem oksijenli hem de oksijensiz solunum yaparlar", "ışıklı ortamda mantarlar fotosentez yaparlar" ve "oksijensiz solunum yalnız mantarlarda görülür" kavram yanılgıları örnek olarak verilebilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Öğrencilerin öğrenmelerini zorlaştıran kavram yanılgılarının nedenleri farklı kaynaklara dayanmaktadır. Öğrenciler varolan kavramlarını deneyimlerinden oluştururlar [12] [13]. Okulda edinilen yanlış deneyimler kavram yanılgılarının önemli bir nedenidir. Öğretim sonucu yada

ders kitaplarındaki kavram yanlışları öğrencilerde yanlış kavramların oluşmasına sebep olabilir. Öğrenci kavram yanlışını ders sırasında öğretmenden yada ders kitabından doğrudan alabileceği gibi öğrencinin bilişsel düzeyi öğrettilen kavramı yanlış algılamasına neden olabilir [14]. Okul deneyiminin yanı sıra, kavram yanlışları olan yetişkinlerin öğrencilere yaptıkları açıklamalarda kavram yanlışlarının önemli bir nedenidir [12]. Wandersee (1984) yaptığı bir çalışmada öğrencinin yaşadığı yerinde kavram yanlışlarının oluşmasında etkili olduğunu belirtmiştir. Köy ve kasabalarda yaşayan öğrencilerin şehirde yaşayanlara göre bilim ve teknolojiye daha az faydalanabildiği için daha fazla kavram yanlışına sahip olduğunu söylemiştir [15].

Lise bir ve ikinci sınıf öğrencilerinde yukarıda sıralanan değişik nedenler sonucu oluşan oksijenli ve oksijensiz solunum konusundaki kavram yanlışlarını saptamak amacıyla hazırlanan yirmi soruluk kavram yanlışları testinin madde analizi, faktör analizi ve güvenilirlik analizi yapılmıştır. Madde analizi sonuçları incelendiğinde bazı çeldiricilerin çift serili katsayılarının pozitif olduğu gözlenmiştir. Bu, testin genelinde az sayıda kavram yanlışlığı olan öğrencilerin bu çeldiricileri işaretlediği anlamına gelmektedir. Ancak, kavram yanlışlığı testinin çift serili katsayısı pozitif ve çok küçük olan çeldiricilerin değiştirilmesi gerekliliği gibi bir kaygısı yoktur. Çünkü, testin genelinde başarılı olan öğrenciler sahip oldukları özgül kavram yanlışları nedeniyle kavram yanlışlığı içeren çeldiriciyi işaretleyebilir. Fakat bu çeldiriciler imla ve algılama açısından tekrar kontrol edilmiştir.

Testin geçerliliği bir biyolog ve test geliştirme uzmanının kontrolünün yanı sıra, faktör analizi, belirtke tablosu ve öğrencilerden alınan kişisel bilgiler ve öğrencilerin testteki başarıları arasındaki anlamlı ilişkilerle test edilmiştir. Faktör analizi sonuçlarına göre soruların aranan kavram yanlışlarına göre gruplaşması testin ölçülmek isteneni ölçtüğünün bir göstergesidir. Aynı zamanda, oluşturulan belirtke tablolarında soruların konulara ve Bloom sınıflandırmasının

bilişsel düzeylerindeki istenilen dağılımı sağlaması da testin geçerliliğini desteleyecek yöndedir. Son olarak öğrenci başarısı ile öğrencinin kaçınıcı sınıfta olduğu, genel başarı ortalaması, dersaneye devam edip etmemesi arasındaki anlamlı ilişkiler geliştirilen testin geçerli olduğunun başka bir göstergesidir. Bunun yanında sözü edilen öğrenci kişisel bilgileri ile başarıları arasındaki ilişkilerden anlaşılacağı gibi lise ikinci sınıf öğrencilerinin lise birinci sınıf öğrencilerine göre testin genelinde daha başarılı oldukları belirlenmiştir. Bu da lise ikinci sınıf öğrencilerinin daha az kavram yanlışlarının olduğunu göstermektedir. Genel not ortalaması yüksek olan öğrencilerin de daha başarılı olmaları kavram yanlışlarının az olduğuna işaret etmektedir.

Testin içsel tutarlılığını ölçen Cronbach alfa sabiti 0,65 olarak bulunmuştur. Bu değer bir testin için kabul edilebilir düzeydedir. Çünkü öğrencilerin verdiği yanıtlar sahip oldukları özgül kavram yanlışlarından dolayı bir çeldiricide yoğunlaşabilir ve bu da varyansı düşürebilir.

Lise öğrencilerinin oksijenli ve oksijensiz solunum konusundaki kavram yanlışlarını bulmayı amaçlayan tanı testinin daha etkin hale getirilmesi için

1. öğrencilerin kavram yanlışlığı içeren çeldiricileri bilgi eksikliğinden mi, yoksa kavram yanlışlığına sahip oldukları için mi seçtiklerini saptamak amacıyla belirli sayıda öğrenciyle mülakat yapılabilir.
2. mülakatın yanı sıra verilen yanıtların bilinçli verilip verilmediğini anlamak amacıyla her sorunun sonuna bu yanıtı neden verdiğini sorgulayan bir kısım yerleştirilebilir.
3. bir kavram yanlışlığının birden fazla soruda farklı çeldiriler şeklinde sorulması o kavram yanlışlığına sahip öğrenci yüzdelilerinin belirtilememesine neden olmaktadır. Bu zorluğu ortadan kaldırılabilmekte ancak her bir kavram yanlışlığını yalnız bir kez kullanılmakla olabilir. Aksi takdirde öğrencilerin sahip olduğu kavram

yanılgılarının frekansları, çeldiriciler soru bazında incelenerek bulunabilir.

4. elde edilen sonuçların genellenebilirliğini artırmak için test daha büyük bir örneklem üzerinde uygulanabilir.

Tablo 1’de yeralan kavram yanılgıları içeren çeldiricileri seçen öğrenci yüzdeleri incelendiğinde kaynak taramaları sonucu elde edilen kavram yanılgılarının lise 1 ve lise 2. sınıf Türk öğrencilerinde de var olduğu görülmüştür. Bununla birlikte kaynaklarda belirtilmemiş kavram yanılgıları da saptanmıştır. Öğrenci başarısını negatif yönde etkileyen kavram yanılgılarının yok edilmesi için öncelikle bu kavram yanılgılarının nedenleri incelenmelidir. Bu amaç doğrultusunda ders kitapları ve ders programı detaylı bir şekilde ilgili komisyonlarca gözden geçirilip güncelleştirilmelidir. Bununla birlikte çeşitli öğretim stratejileri geliştirilmeli ve öğretmenlerin bu konuda bilinçlendirmeleri için belirli düzende hizmetiçi eğitime önem verilmelidir.

KAYNAKÇA

1. Piaget, J. **The child’s conception of the world.** Totowa, Littlefield, Adams (1969).
2. Von Glassersfeld, E. **“The invented reality: How do we know what we know?”**. Norton. (1984).
3. Driver, R., & Easley, J. “Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students”. **Studies in Science Education**, 5, 61-84, (1978).
4. Gilbert, J. K., Osborne, R. J., & Fensham, P. J. “Children’s science and its consequences for teaching”. **Science Education**, 66, 623-633, (1982).
5. Cho, H., Kahle, J.B., & Nordland, F. H. “An investigation of high school biology textbooks as sources of misconceptions and difficulties in genetics and some suggestions for teaching genetics”. **Science Education**, 69, 707-719, (1985).
6. Songer, C.J., Mintzes, J. J. “Understanding cellular respiration and analysis of conceptual change in college biology”. **Journal of Research in Science Teaching**. 31 (6), 621-637, (1994).
7. Sanders, M. “Erroneous ideas about respiration: The teacher factor”. **Journal of Research in Science Teaching**, 30(8), 919-934, (1993)
8. Anderson, C.W., Sheldon, T.H. & Dubay, J. “The effects of instruction on college nonmajors conceptions of respiration and photosynthesis”. **Journal of Research in Science Teaching**, 27 (8), 761-776, (1990)
9. Fensham, P. J., Garrard, J., & West, L. W. “The use of cognitive mapping in teaching and learning strategies”. **Research in Science Education**, 11, 121-129, (1981).
10. Peterson, R. F. & Treagust, D. F. & Garnett, P. “Development and application of a diagnostic instrument to evaluate grade-11 and -12 students’ concept of covalent bonding and structure following a course of instruction”. **Journal of Research in Science Teaching**. 26 (4), 301-314, (1989).
11. Stevens, J. “Principle Component. Applied **Multivariate Statistic for the Social Sciences**”. 374-407, (1987).
12. Chambers, K. S., & Andre, T. “Gender, prior knowledge, interest, and experience in electricity and conceptual change text manipulations in learning about direct current”. **Journal of Research in Science Teaching**, 34, 107-123. (1997)..
13. Driver, R., & Easley, J. “Pupils and paradigms: a review of literature related to concept development in adolescent science students”. **Studies in Science Education**, 5, 61-84. (1978).
14. Lawson, A.E, Thompson” Formal Reasoning Ability and Misconceptions Concerning Genetics and Natural Selection” **Journal of Research in Science Teaching**. 25 (9) 733-746. (1988).
15. Wandersee, J., Mintzes, J., & Novak, J.D. “Research on alternative conceptions in science”. In D. Gabel (Ed.), **Handbook of research on science teaching and learning** (pp.177-210). New York: Macmillan. (1994).