

Sacit KÖSE*Pamukkale University, TURKEY*Contact for: sacitk@pau.edu.tr**Muhammet UŞAK***Pamukkale University, TURKEY***Determination of Prospective Science Teachers' Misconceptions:
Photosynthesis and Respiration in Plants****Abstract**

It is a reality that many events which we come across or observe in our daily life are related with science. When individuals comprehend the relationship between the events which effect their lives and the knowledge they gained from school, this makes great contribution to their meaningful learning. In order to achieve meaningful and permanent learning, first of all, the misconceptions of students should be determined.

The aim of this study was to identify prospective science teachers' misconceptions concerning photosynthesis and respiration in plants.

The sample of this study consists of 100 prospective science teachers who attended at Department of Science Education in Fatih Education Faculty in Karadeniz Technical University in Trabzon in Turkiye.

Prospective science teachers' misconceptions were identified by using "Photosynthesis and Respiration in Plants Concept Test", including two-tier multiple choice format with 20 items.

Findings indicated that most of the prospective science teachers hold misconceptions about photosynthesis and respiration in plants, such as "Only green plants can carry out photosynthesis", "Photosynthesis is a gas exchange process", "Respiration in plants occurs only at night", "Respiration in plants occurs only in the leaves", "Photosynthesis is reverse of respiration", "Plants obtain their food from water", "Plants' food is water". The reasons of these were detected to stem from students' prior knowledge, the difference between scientific language and daily language and text books.

In order to avoid the misconceptions about this issue, the effective methods in removing misconceptions such as concept map and conceptual change texts usage are suggested.

**Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarında Kavram Yanılgılarının Saptanması:
Fotosentez Ve Bitkilerde Solunum****Özet**

Günlük yaşantımızda karşılaştığımız ve gözlemlediğimiz birçok olayın fen bilimleri ile ilgili olduğu bir gerçektir. Bireylerin kendi yaşantılarını etkileyen olayların okulda öğrendikleri bilgilerle ilişkilerini kavramaları

onların anlamlı öğrenmelerine büyük katkı sağlamaktadır. Anlamlı ve kalıcı bir şekilde öğrenmenin gerçekleştirilebilmesi için öncelikle öğrencilerde görülen kavram yanlışlarının belirlenmesi gerekmektedir.

Bu çalışma, fen bilgisi öğretmen adaylarında fotosentez ve bitkilerde solunum konularında görülen kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Çalışmanın örneklemini, KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği örgün eğitiminde yer alan toplam 100 öğretmen adayı oluşturmaktadır.

Öğretmen adaylarının konu ile ilgili kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla iki aşamalı çoktan seçmeli 20 sorudan oluşan “Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Kavram Testi” kullanılmıştır.

Elde edilen bulgular sonucunda öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunda “Fotosentezin sadece yeşil bitkilerde gerçekleşir”, “Fotosentez bir gaz değişim işlemidir”, “Yeşil bitkiler sadece geceleri ışık enerjisi olmadığı zaman solunum yaparlar”, “Bitkilerde solunum sadece yaprak hücrelerinde meydana gelir”, “Fotosentez ve solunum birbirinin tersi işlemlerdir”, “Bitkiler besinini topraktan alır”, “Bitkiler suyla beslenirler” gibi kavram yanlışlarının var olduğu tespit edilmiştir. Bunların nedenlerinin ise öğrencilerin ön bilgilerinden, bilimsel anlamda kullanılan dil ile günlük dilin farklı olmasından ve ders kitaplarından kaynaklandığı belirlenmiştir.

Bu konuda görülen yanlışların giderilmesi için kavram haritaları ve kavram değişim metinleri gibi kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili olan yöntemlerin kullanılması önerilmektedir.

1. GİRİŞ

Fen eğitiminin amaçlarından biri de öğrencilerin kavramları anlamlı öğrenmelerini ve bu kavramları yaşantılarında gereksinimleri doğrultusunda kullanabilmelerini sağlamaktır (Yürük and Çakır, 2000). Ausubel’in anlamlı öğrenme kuramına göre, öğrenciler okul ortamına gelmeden önce belirli bir bilişsel yapı geliştirmişlerdir. Yeni bir bilgi ya da kavram mevcut bulunan bilişsel yapıya entegre olursa büyük bir olasılıkla kabul edilir. Eğer yeni bilgi ile eski bilgi arasındaki bağlantı kuvvetli olmazsa yeni bilginin uzun dönem belleğe aktarılma şansı azalır. Anlamlı öğrenmede temel unsur öğrencilerin eski öğrendikleri bilgileri yeni öğrendikleri bilgilerle birleştirmesidir. Bu yaklaşım Bütünleştirici (Constructivist) Öğrenme Kuramı’nın temelini oluşturmaktadır. Bu kurama göre öğrenme, öğrencinin zihninde gerçekleşir. Bir başka ifadeyle, öğrenciler bilgiyi kendi zihninde yapılandırır (Osborne and Wittrock, 1983). Siz onlara çok iyi öğretseniz dahi onlar öğrenemeyebilirler. Çünkü öğrenci kendisine verilen bilgiyi aynen alıp yansıtan teyp veya videokaseti gibi değildir. Piaget’e göre öğrenci yeni bilgileri var olan bilişsel yapısının üzerine deneyimlerini de katarak yapılandırır. Bu nedenle farklı gruplarda, farklı seviyelerde ve farklı sosyal sınıflarda bulunan öğrencilerin ön bilgileri farklı olacağı için kendilerine verilen bilgileri yapılandırmaları da farklı olacaktır (Hewson and Hewson, 1984). Farklı zihinsel yapıya sahip öğrenciler bilgiyi zihninde oluştururken bilimsel gerçeklere aykırı kavramlar geliştirebilmektedirler. Bilim çevreleri tarafından kabul edilenden, farklı olarak ortaya çıkan bu tür öğrenci algılamaları; alternatif kavramlar

(alternative conceptions), kavram yanlışları (misconceptions), çocukların bilimi (children's science), ön kavramlar (preconceptions), saf-deneyimsiz kavramlar (naive conceptions), sezgisel inanışlar (intuitive beliefs), hatalı fikirler (erroneous ideas), kendiliğinden nedenleme (spontaneous reasoning), hataya neden olan kaynaklar (underlying sources of error), inatçı güçlük (persistent pitfalls), gerçeğin kişisel modelleri (personal models of reality), bilimin kişisel versiyonları (multiple private versions of science), genel duyu kavramları (common sense concepts), alternatif yapılar (alternative frameworks) gibi değişik isimlerle adlandırılmaktadır (Fisher, 1985; Fensham, 1988; Eryılmaz and Tatlı, 1998; Aydın and Uşak, 2003). Öğrencilerin deneyimleri sonucu ortaya koydukları bu alternatif kavramlar yeni konuların anlaşılmasını zorlaştırmakta ve anlamlı öğrenmeyi önemli ölçüde etkilemektedir.

Fen bilimlerinde, özellikle biyolojide bazı kavramlar soyut olduğu için anlaşılmasında ve anlatılmasında zorluklarla karşılaşmaktadır. Fotosentez konusu biyoloji öğretim programının soyut ve kavranması güç olan konuları arasında yer almaktadır (Finley et al., 1982; Stavet et al., 1987; Lazarowitz and Penso, 1992; Bahar et al., 1999; Tekkaya et al., 2000). Ayrıca, fotosentez olayı çok kompleks biyokimyasal reaksiyonlardan oluşmaktadır. Bu reaksiyonlar öğrenciler tarafından soyut olarak algılanması gereken kavramları içermektedir. Bu nedenle öğrencilerde çeşitli kavram yanlışlarına yol açmaktadır (Ohlsson and Ergezen 1997). Yurt içinde ve yurt dışında yapılan birçok araştırmada eğitimin her seviyesindeki öğrencilerin fotosentez ve bitkilerde solunum konularında kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir (Wandersee, 1985; Haslam and Treagust, 1987; Eisen and Stavy, 1988; Anderson et al., 1990; Amir and Tamir, 1994; Hazel and Prosser, 1994; Hill, 1997; Canal, 1999; Çapa, 2000; Mikkilä-Erdmann, 2001; Özay, 2001; Ayas et al., 2002; Şensoy, 2002; Köse et al., 2003; Tekkaya and Balcı, 2003; Köse, 2004; Köse et al., 2005; Çepni et al., 2006). Yapılan bu araştırmalarda öğrencilerin yaygın olarak fotosentezin önemi, fotosenteze etki eden etmenler, yaprakların temel görevi, bitkilerde solunum, bitkilerin besini ve beslenmesi, bitki ve hayvanların temel enerji kaynakları, fotosentez ve solunum arasındaki ilişkiyi anlamada zorlandıkları tespit edilmiştir.

Yurt dışında ve ülkemizde fotosentez ve solunum konularındaki kavram yanlışlarıyla ilgili yapılan araştırmalarda daha çok ilköğretim ve ortaöğretim düzeyindeki öğrenciler üzerine yoğunlaşıldığı görülmektedir. Üniversite öğrencilerinin veya öğretmen adaylarının yanlışları üzerine oldukça sınırlı sayıda çalışma yapıldığı literatür taraması sonucu ortaya çıkmıştır. Bu nedenle, öğretmen adaylarının bu konularda kavram yanlışlarına sahip olup olmadığının, şimdiye kadar gerçekleştirilmiş olan çalışmalarda belirlenen kavram yanlışlarından hangilerini gösterdiğinin ve yeni yanlışlar edinip edinmediğinin araştırılması gereklidir.

Bu çalışmanın amacı, fen bilgisi öğretmen adaylarının fotosentez ve bitkilerde solunum konularındaki kavram yanlışlarını saptamaktır.

2. YÖNTEM

Yürütülen çalışmanın bireysel olarak, belli bir zamanda belli bir grup ve sayıda öğretmen adayı ile yapıldığı, adayların belirlenen konularla ilgili kavramları anlamaları üzerine derinlemesine incelendiği dikkate alındığında örnek olay (case study) yönteminin kullanılmasının uygun olacağı görülmektedir.

2.1. Örneklem

Çalışmanın örneklemini, KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programı örgün eğitiminde yer alan, iki farklı şubedeki toplam 100 ikinci sınıf öğretmen adayı oluşturmaktadır. Uygulama 2002–2003 öğretim yılının ikinci döneminde gerçekleştirilmiştir.

2.2. Veri Toplama Aracı

Öğretmen adaylarının konularla ilgili sahip oldukları ön bilgilerini ve kavram yanlışlarını tespit etmek amacıyla iki aşamalı ve çoktan seçmeli 20 sorudan oluşan “Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Kavram Testi”(FBSKT) kullanılmıştır. Test sorularının bazıları literatürden (Haslam and Treagust, 1987; Anderson et al., 1990; Şensoy, 2002; Alparslan, 2002; Hill, 1997; Wandersee, 1985; Smith and Anderson, 1984; Griffard and Wandersee, 2001) Türkçeye çevrilerek aynen alınırken bazıları da araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Kavram testi, fotosentez (7 soru), solunum (6 soru), enerji (2 soru), fotosentez-solunum ilişkisi (2 soru) ve besin (3 soru) alt konularında düzenlenmiştir. Testin güvenilirliği $r=0.78$ olarak bulunmuştur.

Testin ilk aşaması öğretmen adaylarının konu bilgisini, ikinci aşaması ise bu bilginin öğretmen adayları tarafından anlaşılabilirliğini ölçmektedir. Testin birinci kısmındaki sorular, 3–9 arasındaki seçeneklerden oluşup çoktan seçmelidir. İkinci kısımdaki gerekçeler de yine çoktan seçmeli ve 4–7 arasındaki seçeneklerden oluşmaktadır. Bu seçeneklerde biri doğru, biri boş, diğerleri de kavram yanlışlarını içermek üzere birinci kısım için sebepler yer almaktadır. Testin her iki aşamasında yer alan çeldirici cevaplardan birini işaretleyen öğretmen adayının, literatürde de belirtildiği gibi, o çeldiricinin yansıttığı yanılgıya sahip olduğu kabul edilmiştir (Treagust, 1988; Mann and Treagust, 1998; Karataş et al., 2003). Araştırmada kullanılan iki aşamalı çoktan seçmeli FBSKT Ek 1’de verilmiştir.

3. BULGULAR

FBSKT uygulandıktan sonra fen bilgisi öğretmen adaylarında konularla ilgili tespit edilen kavram yanlışları fotosentez, solunum, besin ve enerji temel başlıkları altında yüzdeleri ile birlikte Çizelge 1'de verilmiştir. Ancak adaylarda düşük oranlarda ortaya çıkan bazı yanlışlara çizelgede yer verilmemiştir. Öğretmen adaylarında tespit edilen kavram yanlışlarının bazıları gerek ulusal gerekse uluslararası literatürde yapılan çalışmalarda daha önce belirlendiği görülmektedir. Fotosentez ve bitkilerde solunum konularında uluslararası ve ulusal literatürde belirlenen bazı kavram yanlışları Ek 2 de verilmiştir.

Çizelge 1. Fen bilgisi öğretmen adaylarında tanımlanan kavram yanlışları ve yüzdesi

AL T KONULAR	TANIMLANAN KAVRAM YANLIĞILARI	KAVRAM YANLIĞILARIN YÜZDESİ
FOTOSENTEZ	Fotosentezin amacı enerji üretmektir	32
	Işık enerjisinin hiç olmadığı bir ortamda karbondioksit gazı yeşil bitkiler tarafından büyük miktarlarda alınır	22
	Işık enerjisinin hiç olmadığı bir ortamda azot gazı yeşil bitkiler tarafından büyük miktarlarda alınır	7
	Yeşil bitkilerde ışık enerjisi olmadığı zaman da fotosentez meydana gelir	12
	Fotosentez yeşil bitkilerde her zaman meydana gelir	3
	Fotosentez bitkinin büyümesi için enerji sağlar	32
	Fotosentezin yeşil bitkiler için en önemli yararı oksijen üretmektir	8
	Yaprakların en önemli görevi oksijen salmaktır	51
	Yaprakların en önemli görevi bitkinin büyümesine yardımcı olmaktır	22
	Yaprakların en önemli görevi karbondioksit salmaktır	5
	Yapraklar gaz serbest bırakmak için gözeneklere sahiptir	43
	Yapraklar kökten alınan besinleri tohumlara çevirir	17
	Yapraklar su toplamak için gözeneklere sahiptir	5
	Bitkiler güneş ışığından mahrum bırakıldığında kendi klorofillerini tüketirler	38
	Güneş ışığından mahrum bırakılan bitkiler güneş ışığı almak için yukarı doğru uzar	7
	Yetersiz veya şiddetli güneş ışığı bitkileri öldürür	5
	$6CO_2 + 6H_2O \rightleftharpoons C_6H_{12}O_6 + 6O_2$	36
	Karbondioksit + su $\xrightarrow{\text{ışık enerjisi}}$ Glukoz + enerji	8
	$CO_2 + \text{enerji} \xrightarrow{\text{ışık enerjisi}}$ Glukoz + H_2O	8
	Glukoz + $O_2 \xrightarrow{\text{ışık enerjisi}}$ $CO_2 + H_2O + \text{enerji}$	2
	Fotosentetik canlılar ışık enerjisi yardımıyla karbondioksit ve sudan besinle enerji üretir	17
	Fotosentetik canlılar karbondioksit ve suyu birleştirerek oksijen oluştururlar. Bu olay uygun ortamda tersine de gerçekleşebilir	22
	Fotosentetik canlılar glukoz ve oksijeni ışık enerjisi yardımıyla birleştirerek karbondioksit, su ve enerji açığa çıkarırlar	5
	Yeşil bitkiler gündüz fotosentez yaparken geceleri hiç ışık enerjisi olmadığı zaman solunum yapar	25
	Yeşil bitkiler fotosentez yaparken hiç solunum yapmazlar	3
	Mantarlar alemi fotosentez yapabilen canlılara sahiptir	32
	Hayvanlar alemi fotosentez yapabilen canlılara sahiptir	4
	Bakteriler grubu fotosentez yapabilen canlılara sahip değildir	57
	Protistalar alemi fotosentez yapabilen canlılara sahip değildir	71
	Sadece bitkiler fotosentez yapar	15
	Canlılar aleminin her biri fotosentez yapabilen bazı üyelere sahiptir	8
	Klorofil miktarı bitkilerdeki fotosentez sürecinde önemli değildir	24
	Karbondioksit miktarı bitkilerdeki fotosentez sürecinde önemli değildir	13
	Su miktarı bitkilerdeki fotosentez sürecinde önemli değildir	15
	Işık miktarı bitkilerdeki fotosentez sürecinde önemli değildir	10
	Mantar gibi klorofil ve benzeri pigmentleri içermeyen yeşil olmayan bitkiler de fotosentez yapabilir	11
	Bitkilerdeki fotosentez su kullanılmadan da gerçekleşebilir	9
	Bitkilerdeki fotosentez ışık enerjisi olmadan da gerçekleşebilir	5
	Fotosentez yeşil bitkilerde ışık enerjisi varlığında; solunum ise, tüm hayvanlarda her zaman, bitkilerde ışık enerjisi olmadığı zaman meydana gelir	56

SOLUNUM	Bitkilerde solunum sadece fotosentez için gerekli olan ışık enerjisi olduğu zaman gerçekleşir	48
	Bitkiler gün boyu ışık enerjisini kullanarak fotosentez yaparken geceleri solunum yapar	47
	Bitkiler hiç ışık enerjisi olmadığında solunuma devam etmek ve oksijen gazı vermek için fotosentezi durdururlar	9
	Bitkiler oksijen üretirken ve solunum yaparken karbondioksit tüketirler	2
	Bitkiler gündüzleri besin üretmek için solunum yapar	2
	Bitkiler farklı organellere ve enzimlere sahip oldukları için solunum sonucu elde edilecek ürünler fotosentezle sağlanır	8
	Bitkiler fotosentez yaparken solunum yapmazlar	13
	Bitkilerde solunum için özel yapılar bulunmaktadır	10
	Bitkiler oksijensiz solunum, hayvanlar oksijenli solunum yapar	2
	Bitkiler gündüzleri karbondioksit alıp oksijen verirken sadece geceleri oksijen alıp karbondioksit verir	54
	Bitkilerin solunumu fotosentezdir	12
	Bitkilerde solunum sadece yaprak hücrelerinde, hayvanlarda akciğerlerde meydana gelir	11
	Bitkilerde solunum sadece kök hücrelerinde meydana gelir	5
	Kökler gaz değişimi için küçük gözeneklere (stoma hücrelerine) sahiptir	8
	Bitkiler sadece fotosentez, hayvanlar solunum yapar	7
	Bitkiler sadece geceleri, hayvanlar her zaman solunum yapar	58
	Yeşil bitkilerde solunum ışık enerjisinin olmadığı durumlarda meydana gelir	61
	Bitkilerde solunum sadece yapraklarda bulunan küçük gözeneklerde (stoma hücreleri) meydana gelir	59
	Bitkilerde solunum sadece yaprak hücrelerinde meydana gelir	25
	Bitki hücrelerinde solunum meydana gelmez	20
	Yeşil bitkiler fotosentezden yeterli enerji sağlayamadıklarında solunum yapar, hayvanlar da fotosentez yapamadıklarından devamlı solunum yapar	16
	Glukoz + oksijen + su \longrightarrow Karbondioksit + enerji	23
	Besin + oksijen + enerji $\xrightarrow{\text{ışık enerjisi}}$ CO ₂ + H ₂ O	10
	Oksijen \longrightarrow Karbondioksit	9
	Besin $\xrightarrow{\text{ışık enerjisi}}$ Karbondioksit + su + ATP	4
	Karbondioksit + su $\xrightarrow{\text{ışık enerjisi}}$ Glukoz + oksijen + enerji	2
	Solunum sürecinde glukoz oksijen ve su ile birleşerek karbondioksit ve enerji oluşturur	30
	Solunum sürecinde oksijen gazı alınıp karbondioksit gazı verilir	13
	Solunum sürecinde besinler oksijen ve ışık enerjisi yardımıyla enerji kullanılarak karbondioksit ve suya kadar parçalanır	11
	Solunum sürecinde besinler ışık enerjisi yardımıyla parçalanarak karbondioksit, su ve ATP üretilir	6
	Bitkiler alemi solunum yapabilen canlılara sahip değildir	22
	Mantarlar alemi solunum yapabilen canlılara sahip değildir	19
	Bakteriler grubu solunum yapabilen canlılara sahip değildir	27
Protistalar alemi solunum yapabilen canlılara sahip değildir	26	

BESİN	Sardunya bitkisi topraktan ağırlık kazanır	17
	Toprak sardunya bitkisi tarafından dışarı salınan artık ürünlerden ağırlık kazanır	12
	Sardunya bitkisi eklenen sudan ağırlık kazanır	4
	Mineraller bitkilerin besimidir	62
	Su bitkilerin besimidir	56
	Karbondioksit bitkilerin besimidir	42
	Güneş ışığı bitkilerin besimidir	43
	Toprak bitkilerin besimidir	25
	Klorofil bitkilerin besimidir	15
	Oksijen bitkilerin besimidir	14
	Nişasta bitkiler tarafından besin olarak kullanılmaz	38
	Karbondhidrat bitkiler tarafından besin olarak kullanılmaz	46
	Besin çevreden alınan herhangi bir maddedir	18
	Besin, sindiriminde dışarıya artık ürün veren herhangi bir maddedir	2
	Toprak bitkinin büyümesi için gerekli tüm bileşenleri sağlar	40
	Toprak bitkiler için su ve besin sağlar	31
	Toprak sudan başka her şeyi sağlar (su da yağmurdan yapraklarla yakalanır)	7
	Bitkiler glükozu topraktan sağlar	16
	Bitkiler klorofili topraktan sağlar	9
	Bitkiler vitaminleri topraktan sağlar	29
Bitkiler proteinleri topraktan sağlar	17	
ENERJİ	Yeşil bitkiler ihtiyaç duyduğu metabolik enerjiyi havadan sağlar	76
	Yeşil bitkiler ihtiyaç duyduğu metabolik enerjiyi topraktan sağlar	76
	Yeşil bitkiler ihtiyaç duyduğu metabolik enerjiyi sudan sağlar	82
	Yeşil bitkiler ihtiyaç duyduğu metabolik enerjiyi gübrelere sağlar	57
	Yeşil bitkiler ihtiyaç duyduğu metabolik enerjiyi böcekler ve kurtçuklardan sağlar	29
	Yeşil bitkiler büyümek ve hayatın devam ettirmek için enerjilerini fotosentezden sağlar	37
	Yeşil bitkiler kökleriyle besinlerini alıp yapraklarında depo ederek gerektiğinde bu besinlerdeki enerjiyi kullanır	23
	Azotça fakir topraklarda yaşayan yeşil bitkiler böceklerden veya toprağa katılan azottan enerjilerini elde ederler	14
	İnsanlar ve hayvanlar ihtiyaç duyduğu metabolik enerjiyi sudan sağlar	74
	İnsanlar ve hayvanlar ihtiyaç duyduğu metabolik enerjiyi havadan sağlar	78
	İnsanlar ve hayvanlar ihtiyaç duyduğu metabolik enerjiyi güneşten sağlar	38
	İnsanlar ve hayvanlar ihtiyaç duyduğu metabolik enerjiyi egzersizden sağlar	15
	İnsanlar ve hayvanlar ihtiyaç duyduğu metabolik enerjiyi etten sağlamaz	38
	İnsanlar ve hayvanlar ihtiyaç duyduğu metabolik enerjiyi patatesten sağlamaz	38
	Organik bileşikler sohnun sürecinde bileşenlerine ayrılır. Bu bileşenler sentezlenen ATP'nin hammaddeleridir	27
	ATP sohnun sürecinde parçalanarak okside edilir. Böylece enerji açığa çıkar	13
	Oksijen alınıp karbondioksit verilerek yaşamsal aktiviteler yerine getirilir	13
	Sindirim sisteminde besinlerin sindirimiyle büyüme, hareket etme vb. faaliyetler sağlanır	13

Çizelgel incelendiğinde, öğretmen adaylarının fotosentez konusunda “Fotosentezin amacı enerji üretmektir, Yaprakların en önemli görevi oksijen salmaktır, Yapraklar gaz serbest bırakmak için gözeneklere sahiptir, Bitkiler güneş ışığından mahrum bırakıldığında kendi klorofillerini tüketirler, $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$, Yeşil bitkiler gündüz fotosentez yaparken geceleri -hiç ışık enerjisi olmadığı zaman- solunum yapar, Mantarlar alemi fotosentez yapabilen canlılara sahiptir, Bakteriler grubu fotosentez yapabilen canlılara sahip değildir, Protistalar alemi fotosentez yapabilen canlılara sahip değildir, Fotosentez yeşil bitkilerde ışık enerjisi varlığında; solunum ise, tüm hayvanlarda her zaman, bitkilerde ışık enerjisi olmadığı zaman meydana gelir” şeklindeki kavram yanlışlarında yoğunlaştığı görülmektedir. Solunum konusunda ise, öğretmen adaylarının %47’si “Bitkiler gün boyu

ışık enerjisini kullanarak fotosentez yaparken geceleri solunum yapar”, %48’i “*Bitkilerde solunum sadece fotosentez için gerekli olan ışık enerjisi olmadığı zaman gerçekleşir*”, %54’ü “*Bitkiler gündüzleri karbondioksit alıp oksijen verirken sadece geceleri oksijen alıp karbondioksit verir*”, %58’i “*Bitkiler sadece geceleri, hayvanlar her zaman solunum yapar*”, % 59’u “*Bitkilerde solunum sadece yapraklarda bulunan küçük gözeneklerde (stoma hücreleri) meydana gelir*”, %30’u “*Solunum sürecinde glukoz oksijen ve su ile birleşerek karbondioksit ve enerji oluşturur*” kavram yanlışlarını taşıdıkları ortaya çıkmıştır. Besinle ilgili öğretmen adaylarında şu kavram yanlışlarını büyük oranlarda görülmektedir. “*Mineraller bitkilerin besinidir, Su bitkilerin besinidir, Toprak bitkilerin besinidir, Besin çevreden alınan herhangi bir maddedir, Toprak bitkinin büyümesi için gerekli tüm bileşenleri sağlar, Karbonhidrat bitkiler tarafından besin olarak kullanılmaz, Bitkiler vitaminleri topraktan sağlar, Bitkiler proteinleri topraktan sağlar, Toprak bitkiler için su ve besin sağlar*”. Öğretmen adaylarının en fazla oranda kavram yanlışına canlıların enerji kaynakları konusunda sahip olduklarını görüyoruz (Çizelge 1). “*Yeşil bitkiler ihtiyaç duyduğu metabolik enerjisi sudan sağlar*” yanlışları adayların %82’sinde, “*Yeşil bitkiler ihtiyaç duyduğu metabolik enerjisi havadan sağlar*” ve “*Yeşil bitkiler ihtiyaç duyduğu metabolik enerjisi topraktan sağlar*” yanlışları %76’sında, “*İnsanlar ve hayvanlar ihtiyaç duyduğu metabolik enerjisi havadan sağlar*” yanlışları %78’inde, “*İnsanlar ve hayvanlar ihtiyaç duyduğu metabolik enerjisi sudan sağlar*” kavram yanlışları %74’ünde görülmektedir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, öğretmen olmak amacıyla Fen Bilgisi Öğretmenliği Programına gelen öğretmen adaylarının fotosentez ve bitkilerde solunum konularında birçok kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Belirlenen kavram yanlışlarından bazılarının, ilgili literatür incelendiğinde, ilköğretim ve ortaöğretimdeki öğrencilerde var olduğu görülmektedir. Bu durum, öğrencilerin öğretimin hangi sürecinde olursa olsun fotosentez ve solunumla ilgili temel kavramları anlamlı bir şekilde öğrenemediğini ve birçok kavram yanlışlarıyla üniversiteye geldiğini göstermektedir.

Yapılan çalışmada, öğretmen adaylarının fotosentezin önemi, fotosenteze etki eden etmenler, solunum yapan canlılar ile bitkiler ve hayvanların aralarındaki gaz alış verişinde birbirlerine olan bağılıkları konularında yeterli bilgi sahibi oldukları buna karşılık; yaprakların temel görevi, bitkilerde solunum, bitkilerin besini ve beslenmesi, fotosentez yapan canlılar, bitki ve hayvanların temel enerji kaynakları, fotosentez ve solunum arasındaki ilişki konularında yeterince bilgi sahibi olmadıkları belirlenmiştir.

İki aşamalı çoktan seçmeli kavram testinden elde edilen bulgulara göre, öğretmen adaylarının fotosentezin amacı, bitkilerde solunumun ne zaman ve hangi hücrelerde gerçekleştiği, yaprakların ana görevi, güneş ışığının fotosentez ve bitki büyümesine etkisi, bitkilerde ve hayvanlarda gerçekleşen

solunum karşılaştırılması, fotosentezin ve solunumun genel denklemi, fotosentez ve solunum karşılaştırılması, tabiatta fotosentez ve solunum yapan canlılar, bitkilerin besini ve nereden sağladıkları, bitki-toprak ilişkisi, insanların/hayvanların ve bitkilerin enerjilerini nereden sağladıkları konularında kavram yanlışları taşıdıkları saptanmıştır.

Belirlenen bu kavram yanlışlarının sebepleri şunlar olabilir: Öğretmen adayları bitkilerin fotosentezle besin ürettiklerini bildikleri halde, dışarıdan (topraktan) alınan fotosentez için gerekli ham maddeleri besin olarak düşünmektedirler. Bu da bitkilerin de insanlar ve hayvanlar gibi dışarıdan hazır olarak aldıklarıyla beslendikleri inancını geliştirmiştir. Dolayısıyla adaylar dışarıdan alınan maddeler ile fotosentez arasında bir ilişki kuramamaktadırlar. Ayrıca inorganik-organik maddeleri ve fonksiyonlarını tam kavrayamadıkları tespit edilmiştir. Güneşteki fiziksel enerjinin kimyasal enerjiye dönüştürüldüğü bir olay şeklinde verilen fotosentez tanımının öğretmen adaylarında fotosentezin enerji üretmek amacıyla gerçekleştirildiği düşüncesini geliştirmelerine neden olabileceği düşünülmektedir. Yaprakların bitkilerde bol bulunması, gözle görülebilir yeşil kısımlar olması ve güneşle direk temasta olması; öğretmen adaylarında fotosentezin bitkilerde sadece yapraklarda gerçekleştiği düşüncesinin gelişmesine neden olduğu düşünülebilir. Ayrıca, adayların önceki eğitimlerinde de fotosentez konusunda hep yaprakların örnek verilmesi ve fotosentezin sadece yaprak diyagramları üzerinde ele alınması bu düşüncenin oluşmasına etken olan nedenlerdir. Öğretmen adaylarının solunumu nefes alıp verme işlemi gibi düşündükleri, bu nedenle de solunumu oksijenin alınıp karbondioksitin verildiği bir olay olduğu şeklinde yanlış inancıya sahip oldukları tespit edilmiştir. Görüldüğü gibi, bilimsel anlamda kullanılan dil ile günlük yaşamda kullanılan dilin ayırt edilememesi, günlük yaşamdan edinilen deneyimler, ilköğretimden itibaren alınan eğitim, öğretmenler ve ders kitapları öğretmen adaylarında kavram yanlışlarının oluşmasında etkili olan etmenlerdir. Buradan, okul öncesinde veya ilköğretimin ilk kademesinde kazanılan yanlış anlamaların ilköğretim ikinci kademe ve lisede hala devam ettiği, bu durumun öğretmenlerin öğrencilerinin ön bilgilerini ve yanlışlarını dikkate alıp derslerini ona göre planlamada yetersiz oldukları sonucuna varılmıştır. Kavram yanlışlarının nedenlerinden biri de öğretmenler olduğu dikkate alındığında, öğretmenlerin de fakülte sıralarından bir takım yanlışlarla mezun oldukları ve fakültelerde de kullanılan yöntemlerin öğretmen adaylarının yanlışlarını gidermede yeterince etkili olmadığı sonucuna varılmıştır.

5. TARTIŞMA

Fen eğitiminin temel hedeflerinden biri de öğrencilerin kavramları anlamlı bir şekilde öğrenmelerini sağlamaktır. Anlamlı öğrenmede önemli bir engel ise kavram yanlışlarıdır. Son 15-20 yıldır biyoloji eğitimi alanında yapılan çalışmalar, öğrencilerin biyolojinin birçok konusunda kavram

yanılgularına sahip olduklarını göstermiştir (Tekkaya et al., 2000). Ülkemizde yapılan araştırmalarda da öğrencilerin fotosentez ve solunumla ilgili temel kavramları anlamlı bir şekilde öğrenemediği ve birçok kavram yanılgularına sahip oldukları tespit edilmiştir (Çapa, 2000; Özay, 2001; Şensoy, 2002; Tekkaya and Balcı, 2003; Köse et al., 2005; Çepni et al., 2006). Öğrencilerde var olan kavram yanılgularının nedenlerinden biri de öğretmenlerin sahip oldukları kavram yanılgıdır (Sanders, 1993; Yip, 1998). Bu nedenle görev yapan öğretmenlerin veya öğretmen olacak olan adayların öncelikle sahip oldukları kavram yanılgularının belirlenmesi ve sonra da giderilmesi gelecek neslin bilimsel olarak doğru bilgilerle yetiştirilmesi açısından önem arz etmektedir.

Bu araştırmada fen bilgisi öğretmen adaylarının fotosentez ve bitkilerde solunum konularındaki kavram yanılgıları belirlenmiştir. Araştırma sonunda; fotosentezin tanımı ve önemi, fotosentezde rol alan yapılar, fotosentez yapan canlılar, fotosentez ve solunumun gerçekleştiği yer, solunum ve amacı, fotosentez-solunum ilişkisi, besin kavramı gibi alt konu başlıklarında kavram yanılgularının var olduğu tespit edilmiştir. Tespit edilen kavram yanılgularından bazıları yurt dışında ve yurt içinde yapılan araştırmalarla da benzerlik göstermektedir. Öğretmen adaylarında testin ilk sorusunda belirlenen “*Işık enerjisinin hiç olmadığı bir ortamda karbondioksit gazı yeşil bitkiler tarafından büyük miktarlarda alınır*” yanılgısı Haslam and Treagust (1987), Seymour and Longden (1991), Hill (1997), Tekkaya and Balcı (2003), Çepni et al., (2006) tarafından yapılan çalışmalarda da tespit edilmiştir. Burada öğretmen adaylarının bitkilerin solunumunun fotosentez olduğunu ve bu olayın da sadece ışık enerjisi olmadığı ortamlarda gerçekleştiğini düşündükleri anlaşılmaktadır.

Bitkilerde solunumun hangi hücrelerde meydana geldiği ile ilgili soruda (3. soru) öğretmen adaylarının “*Bitkilerde solunum sadece stoma hücrelerinde meydana gelir.*”, “*Bitkilerde solunum sadece yaprak hücrelerinde meydana gelir*” ve “*Bitki hücrelerinde solunum meydana gelmez*” şeklinde kavram yanılgularına sahip oldukları anlaşılmaktadır. Benzer yanlış anlamalar Wandersee (1983), Haslam and Treagust (1987), Hill (1997), Çapa (2000), Özay (2001), Tekkaya and Balcı'nın (2003) yaptıkları araştırmalarda da görülmektedir. Öğretmen adaylarında karşılaşılan bu kavram yanılgularının nedenleri; önceki eğitim-öğretim yıllarında solunum konusunun anlatılması esnasında çoğunlukla hayvansal kökenli örneklerin verilmesi, ders kitaplarında solunumla ilgili bölümde çoğunlukla hayvanların ve insanların solunumu üzerinde durulması (Bulut et al., 1999) ve yine ders kitaplarında fotosentezle ilgili anlatımlarda genelde yaprak diyagramları kullanılması ve bitkilerin solunumunun yapraklarda stomalar aracılığıyla gerçekleştiğini belirten açıklamalara yer verilmesi (Soydan et al., 1996; Sucu et al., 1998; Güngör et al., 2002) olabilir. Ayrıca, ders kitaplarında solunum konusunda bitkilerin solunumuna değinilmemesi (Meriç and Özbek 2000; Koyuncu et al., 2002) de öğretmen adaylarının bitkilerin solunum yapmadıklarına yönelik bir inanış geliştirmelerine neden olmuş olabilir.

Bitkilerde ve hayvanlarda gerçekleşen solunumla ilgili sorulan testin 8. sorusunda öğretmen adaylarının “Bitkilerin solunumu fotosentezdir”, “Bitkiler sadece geceleri, hayvanlar her zaman solunum yapar”, “Bitkiler oksijensiz solunum, hayvanlar oksijenli solunum yapar”, “Bitkilerde solunum sadece yaprak hücrelerinde, hayvanlarda akciğerlerde meydana gelir”, “Bitkilerde solunum için özel yapılar bulunmaktadır” kavram yanlışlarına sahip oldukları anlaşılmaktadır. Görüldüğü gibi, öğretmen adayları bitkiler ve hayvanların solunumunun birbirinden farklı olduğuna inanmaktadırlar. Belirlenen kavram yanlışlarının bir çoğu literatürde de yer almaktadır (Seymour and Longden 1991; Griffard and Wandersee, 2001; Alparslan, 2002; Tekkaya and Balcı, 2003). Bu durumun, öğretmen adaylarının önceki eğitimlerinde solunumun anlatılması esnasında çoğunlukla hayvanların ve insanların solunumu üzerinde durulmasından kaynaklanma olasılığı yüksektir. Ayrıca, ders kitaplarında solunum konusunda bitkilerin solunumuna değinilmemesi (Bulut et al., 1999; Koyuncu et al., 2002) de öğretmen adaylarının bitkilerin solunum yapmadıklarına yönelik bir inanış geliştirmelerine neden olmuş olabilir.

Öğretmen adaylarında solunumun genel denklemleriyle ilgili Çizelge 1’de görülen kavram yanlışları Çapa (2000), Alparslan (2002), Köse et al., (2003) tarafından yapılan çalışmalarda da benzerlik göstermektedir. Bu durum, öğretmen adaylarının bitkilerde solunumu hayvanlardaki solunumdan farklı olarak öğrenmelerinden, solunumun oksijenin alınıp karbondioksitin verildiği nefes alıp verme işlemi gibi olduğu şeklindeki inanışlarından, besinlerin parçalanırken nasıl suya ihtiyaçları varsa oksijenle yakılırken de suya gereksinimleri olduğu düşüncesinden kaynaklanmış olabilir.

Testin ikinci sorusunda öğretmen adaylarının en fazla “Fotosentezin yeşil bitkiler için en önemli yararı enerji üretmektir” ve “Fotosentezin yeşil bitkiler için en önemli yararı oksijen üretmektir” yanlış anlamalarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Birinci yanlış anlama, fotosentez olayında güneş enerjisi kimyasal enerjiye dönüştürülür şeklinde verilen tanımın fotosentezin amacı enerji üretmektir şeklinde yorumlanmasından kaynaklanabilir. İkinci yanlış anlamaya, bitkiler/ormanlar dünyanın akciğerleridir şeklindeki veciz sözün ilköğretimden itibaren öğrencilere telkin edilmesi ve ders kitaplarında bu konunun üzerinde sıkça durulması neden olmuş olabilir. Bu kavram yanlışlarına literatürde de yaygın olarak rastlamak mümkündür (Wandersee, 1983; Haslam and Treagust, 1987; Sanders, 1993; Hill, 1997; Çapa, 2000; Mikkilä-Erdmann, 2001; Özay, 2001; Köse et al., 2003; Tekkaya and Balcı 2003; Çepni et al., 2006). Ayrıca fotosentezin amacıyla ilgili ilk bilgilerin verildiği ilköğretimdeki besin ağı ve besin zinciri konularında, fotosentez terimi açıkça telaffuz edilmese bile, bitkilerin hem besin hem de oksijen üretim fonksiyonlarının olduğunun ve diğer tüm canlıların sürekliliklerini sağlayabilmelerinde fotosenteze bağımlı olduklarının, fotosentez yapan canlılar olmadan herhangi bir

şekilde diğer canlıların yaşamlarını devam ettirmelerinin söz konusu olmadığına kavratılması ilerde öğrencilerin konuyu öğrenmeleri esnasında zorluklarla karşılaşmalarını için önemlidir. Bu nedenle fotosentezle ilgili ön bilgilerin doğru ve kademeli bir şekilde verilmesi yararlı olabilir.

Yaprığın ana görevi ile ilgili sorulan 6. soruda öğretmen adaylarında “*Yaprakların en önemli görevi oksijen salmaktır*”, “*Yaprakların en önemli görevi bitkinin büyümesine yardımcı olmaktır*”, “*Yaprakların en önemli görevi karbondioksit salmaktır*” gibi yanlış anlamalar belirlenmiştir. Bunlara benzer kavram yanlışlarına literatürde de rastlanmaktadır (Wandersee, 1983; Hill, 1997; Çapa, 2000; Şensoy, 2002). Bu tip kavram yanlışları öğretmen adaylarının besin kavramıyla ilgili sahip oldukları yanlış düşüncelerden kaynaklanabilir. Çünkü öğretmen adaylarının çoğunluğu bitkilerin de hayvanlar gibi çevrelerinden aldıkları maddelerle beslendiklerini düşünmektedirler.

Öğretmen adaylarının fotosentezin genel denklemiyle ilgili değişen oranlarda “ $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ ” ve “*Karbondioksit + su $\xrightarrow{\text{güneş ışığı}}$ Glukoz + enerji*” yanlış anlamalarına sahip oldukları saptanmıştır. Literatürde de benzer yanlış anlamalar tespit edilmiştir (Haslam and Treagust, 1987; Çapa, 2000; Köse et al., 2003; Griffard and Wandersee, 2001). Bu kavram yanlışlarının birincisi, öğretmen adaylarının ilköğretim ve lise öğrenimleri boyunca fotosentez ve solunumun birbirinin tersidir yanlış fikriyle yetişmelerinden, ikincisi ise fotosentezin temel amacının enerji üretmek inancına sahip olmalarından kaynaklanmış olabilir.

Öğretmen adaylarının fotosentez yapan canlı grupları hakkındaki anlamalarını ölçmek amacıyla sorulan 14. soruda “*Mantarlar alemi fotosentez yapabilen canlılara sahiptir*” yanlış anlaması tespit edilmiştir. Bu yanlışlığa literatürde de rastlanmaktadır (Haslam and Treagust, 1987; Çapa, 2000; Hill, 1997). Öğretmen adaylarında görülen bu yanlış, daha önceki eğitim-öğretim hayatlarında öğretmenlerinin mantarlar alemi üzerinde yeterince durmamalarından, ders kitaplarında bu alemin çok kısa ele alınıp sonra bitkiler aleminin geniş bir şekilde işlenmesi mantarların bitkiler alemi içerisinde bir grup olduğu düşüncesini uyandırmış ve dolayısıyla böyle bir inanış geliştirmiş olabilirler. Ayrıca, öğretmen adaylarında “*Bakteriler grubu fotosentez yapabilen canlılara sahip değildir*” ve “*Protistalar alemi fotosentez yapabilen canlılara sahip değildir*” inancının var olduğu saptanmıştır. Bu durum da, ders kitaplarında çoğunlukla fotosentez konusunda fotosentez yapan canlılara bitkilerin örnek verilip diğer canlı gruplarından örnek verilmemesi neden olmuş olabilir.

Kavram testinde bitkilerin besin kaynağı ve fotosentezde toprağın rolü ile ilgili anlamaları ölçmek amacıyla sorulan 4., 16. ve 18. sorularda öğretmen adaylarının değişik oranlarda “*Bitkiler sudan ağırlık kazanır*”, “*Bitkiler topraktan ağırlık kazanır*”, “*Toprak, oksijen, güneş ışığı, klorofil, karbondioksit, su ve mineraller bitkilerin besinidir*”, “*Bitkiler vitaminleri, proteinleri, glukozu, klorofili topraktan sağlar*” yanlış anlamalarına sahip oldukları görülmektedir. Öğretmen adaylarının bitkilerde zamanla meydana gelen

ağırlık artışında su ve toprağın ana etken olduğuna inandıkları görülmektedir. Elde edilen bulgular incelendiğinde, öğretmen adaylarının az bir kısmının bitkilerin besin kaynağının glukoz olduğunu bildikleri, fotosentezi besin sağlama olayı olarak değil de enerji elde etme olayı olarak gördükleri sonucuna varılabilir. Ayrıca, öğretmen adayları bitkilerin ana besin kaynağı olarak toprak kökenli maddeleri görmeleri, onların fotosentezle bitkilerin dışarıdan aldıkları maddeler arasında bir ilişki kurmadıklarını ve inorganik-organik maddelerle ilgili yanlış anlamalara sahip olabileceklerini göstermektedir. Öğretmen adaylarının önceki öğrenimlerinin her aşamasında bitkilerin yaşamlarını sürdürebilmeleri ve büyüebilmeleri için su ve suda çözülmüş besin maddelerine ihtiyaç duydukları ve bu maddeleri de kökleriyle topraktan aldıklarının vurgulanması onlarda görülen kavram yanlışlarının nedenlerinden biri olabilir. Bu yüzden, öğrencilerde fotosentezle ilgili temel görüşlerin oluşabilmesi için, daha ilköğretim düzeylerinde, bitki ve hayvanların enerjilerini besinlerden sağladıkları, ancak bitkilerin besinlerini insanlar ve hayvanların sağladığı yollardan değil de fotosentezle kendi ürettikleri organik maddelerden elde ettiği gibi bilgilerin verilmesi konunun anlaşılmasında ve muhtemel yanlışların giderilmesinde yararlı olabilir (Özay, 2001). Ayrıca, öğrencilere, bitkilerin besinlerini hazır durumda topraktan almadıkları, besinlerini kloroplast denilen organellerde kendilerinin yaptıkları, güneş ışığı, karbondioksit ve suyun besin maddesi olmadığı ancak fotosentezde kullanılmak amacıyla alınması gerekli olan hammaddeler olduğu, bitkilerin temel besin maddeleri bakımından kendi kendilerine yeterli olduğu, yaşayabilmeleri için başka herhangi bir canlıya ihtiyaçlarının olmadığı vurgusunun yapılması konu ile ilgili temel bilgilerin öğrencilerde oluşmasına yardımcı olabilir. Wandersee (1983); Stavy et al., 1987; Eisen and Stavy [28]; Barker and Carr (1989); Anderson et al., (1990); Hill (1997), Çapa (2000); Mikkila-Erdmann (2001); Özay (2001); Şensoy (2002); Köse et al., (2003); Tekkaya and Balcı (2003) tarafından yapılan çalışmalarda bunlara benzer kavram yanlışları tespit edilmiştir.

Yeşil bitkilerin ihtiyaç duyduğu metabolik enerjiyi sağlama kaynakları ile ilgili olan testin son sorusunda öğretmen adaylarının büyük oranlarda “Yeşil bitkiler ihtiyaç duyduğu metabolik enerjiyi havadan sağlar”, “Yeşil bitkiler ihtiyaç duyduğu metabolik enerjiyi topraktan sağlar.”, “Yeşil bitkiler ihtiyaç duyduğu metabolik enerjiyi sudan sağlar”, “Yeşil bitkiler ihtiyaç duyduğu metabolik enerjiyi gübrelerden sağlar” ve “Yeşil bitkiler ihtiyaç duyduğu metabolik enerjiyi böcekler ve kurtçuklardan sağlar” yanlış anlamalarına sahip oldukları saptanmıştır. Öğretmen adaylarının, bitkilerin de insanlar ve hayvanlar gibi beslendiklerine dair inanışları, bitkilerin besin üretmek için kullandıkları ham maddeleri besin olarak düşünmeleri, fotosentezin enerji üretmek için gerçekleştirilen bir süreç olduğu yönündeki fikirleri, gübrelerin fonksiyonları ile ilgili bilgi eksiklikleri ve enerji dönüşümlerini tam kavrayamamaları bu tür kavram yanlışlarına sahip olmalarına neden olmuş olabilir. İlköğretimden üniversitedeki eğitim-öğretime

kadar her kademedeki öğrencilerde bunlara benzer yanlışların bulunduğu literatürde de tespit edilmiştir (Boyes, 1990; Boyes and Stanisstreet, 1991).

Testin 19. sorusundan elde edilen bulgular incelendiğinde, öğretmen adaylarının değişen oranlarda kavram yanlışlarına sahip oldukları Çizelge 1'de görülmektedir. Benzer yanlış anlamalara literatürde de rastlanmaktadır (Boyes and Stanisstreet, 1991; Ayas et al., 2002). Bu durum, öğretmen adaylarının önceki eğitimlerinde organik ve inorganik moleküllerin tanımlarının ve enerji kapasitelerinin öğretilmesindeki eksikliklerden kaynaklanmış olabilir.

Öğretmen adaylarında saptanan kavram yanlışlarının olası nedenlerinden biri de, konuların birbiriyle yakından ilişkili olması olabilir. Biyolojide bir konunun anlaşılması başka bir konunun öğrenilmesinde etkili olabilmektedir. Konuları birbiriyle doğru olarak ilişkilendiremeyen öğretmen adayları, bazı temel kavramları anlamakta zorluk çekmekte ve yanlışlara düşmektedir. Örneğin; fotosentez konusu ekolojik, biyokimyasal, anatomik-fizyolojik ve enerji değişimi gibi birçok boyutu içerdiğinden, bu konunun kavranması her bir boyutun birbiriyle ilişkili olan kavramlarının iyi öğrenilmesiyle ancak sağlanabilir. Ayrıca, kimya ve fizik derslerinde yer alan kimyasal reaksiyonlar, enerji, organik ve inorganik moleküller konularında da yeterli bilgi sahibi olunması gerekmektedir. Fotosentez konusunun anlamlı öğrenilmesi de, üreticiler, tüketiciler, madde çevrimi, besin zinciri ve besin ağı konularında yer alan kavramların daha iyi anlaşılması için önemlidir.

6. ÖNERİLER

İlköğretimden üniversiteye kadar eğitim öğretimin her seviyesindeki öğrencilerde kavram yanlışlarının yaygın ve kalıcı olması ve aynı zamanda geleneksel yöntemlerle kolaylıkla giderilememesi (Hewson and Hewson, 1984; Yip, 1998) öğretmenlerimizin geleneksel yaklaşımlar yerine çağdaş öğretim yaklaşımlarını kullanmaya yönelmelerini gerektirmektedir.

Son yıllarda ülkemizde yapılan araştırmalarda kavram haritaları ve kavram değişim metinleri gibi yöntemlerin kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili olduğu vurgulanmaktadır (Karamustafaoğlu et al., 2002; Canpolat, N., 2002; Özmen and Demircioğlu, 2003; Köse, 2004). Ayrıca Mikkila-Erdmann (2001) yaptığı çalışmada, Finlandiya'daki 5. sınıf öğrencilerinin fotosentezi anlamaları üzerine tasarlanan kavram değişim metninin etkilerini araştırmıştır. Sonuçta, kavram değişim metni kullanımının fotosentezle ilgili kavramsal değişimde öğrencilere önemli katkı sağladığı belirtilmektedir.

Kavram yanlışlarının tespit edilmesinde iki aşamalı çoktan seçmeli tanı testlerinin etkili bir yöntem olduğu birçok araştırmada ortaya konmuştur (Haslam and Treagust, 1987; Hill, 1997; Karataş et al., 2003). Bu çalışmada da, öğretmen adaylarının fotosentez ve bitkilerde solunum konularında olası kavram yanlışlarının nedenleri iki aşamalı kavram testi ile tespit edildiği görülmektedir.

Bu çalışma sonuçlarına dayalı olarak şu öneriler yapılabilir:

- Kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili olduğu vurgulanan kavram haritaları ve kavram değişim metinleri yöntemlerinin, fen bilgisi öğretmen adaylarında fotosentez ve bitkilerde solunum konularındaki kavram yanlışlarının giderilmesine etkisi araştırılmalıdır.
- Öğretmen adaylarının ilköğretim ve liseden edindikleri kavram yanlışlarını hala devam ettirerek üniversiteye geldikleri dikkate alındığında, buralarda da öğrencilerin yanlış anlamaları belirlenmeli ve giderilmesinde etkili öğretim yöntemleri kullanılmalıdır.
- İki aşamalı çoktan seçmeli testlerin fen biliminin biyoloji ve diğer dallarındaki konular için de hazırlanması, öğrencilerin o konulardaki olası kavram yanlışlarının ortaya çıkarılmasını sağlayacaktır.
- Kavram yanlışlarının nedenlerinden biri de hiç şüphesiz öğretmenlerdir. Öğretmenlerdeki yanlış anlamaların belirlenip giderilebilmesi hizmet içi kurslarla ya da daha adayken fakülte sıralarında olabilir. Bu nedenle, Eğitim Fakültelerinde de hizmet öncesi öğretmen adaylarının ön bilgileri ve kavram yanlışları tespit edilmeli ve bu yanlışların giderilmesinde etkili olan yöntemler etkin bir şekilde kullanılmalıdır.

7. KAYNAKLAR

- Alparslan, C. (2002) The Effect of Conceptual Change Text Instruction on Understanding of Respiration Concepts, Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Amir, R., and Tamir, P. (1994) In-Depth Analysis of Misconceptions As a Basis for Developing Research-Based Remedial Instruction: The Case of Photosynthesis, The American Biology Teacher, 56, 2, 94-100.
- Anderson, W. C., Sheldon, H. T., and DuBay, J. (1990) The Effects of Instruction on College Nonmajors' Conceptions of Respiration and Photosynthesis, Journal of Research in Science Teaching, 27, 8, 761-776.
- Ayas, A., Köse, S., and Taş, E. (2002) The Effects of Computer-Assisted Instruction on Misconceptions About Photosynthesis, The First International Education Conference, Changing Times Changing Needs, May 8-10 2002, Eastern Mediterranean University, Gazimagusa-Northern Cyprus.
- Aydın, H., and Uşak, M. (2003) Fen Derslerinde Alternatif Kavramların Araştırılmasının Önemi: Kuramsal Bir Yaklaşım, PAÜ Eğitim Fakültesi Dergisi, 13, 1, 121-135.
- Bahar, M., Johnstone, A. H., and Hansell, M. H. (1999) Revisiting Learning Difficulties in Biology, Journal of Biological Education, 33, 2, 84-86.
- Barker, M., and Carr, M. (1989) Teaching and Learning About Photosynthesis. Part I: An Assessment in Terms of Students' Prior Knowledge, International Journal of Science Education, 11, 1, 49-56.
- Boyes, E. (1990) Pupils' Ideas Concerning Energy Sources, International Science Education, 12, 5, 513-529.
- Boyes, E., and Stanisstreet, M. (1991) Misconceptions in First-Year Undergraduate Science Students About Energy Sources For Living Organisms, Journal of Biological Education, 25, 3, 208-214.
- Bulut, Ö., Sağdıç, D., and Korkmaz, S. (1999) Lise 3 Biyoloji, Milli Eğitim Basımevi, 2. Baskı, İstanbul.
- Canal, P. (1999) Photosynthesis and Inverse Respiration in Plants: an Inevitable Misconceptions? Internation Journal of Science Education 21, 4, 363-371.

- Canpolat, N. (2002) Kimyasal Denge ile İlgili Kavramların Anlaşılmasında Kavramsal Değişim Yaklaşımının Etkinliğinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Çapa, Y. (2000) An Analysis of 9th Grade Students' Misconceptions Concerning Photosynthesis and Respiration in Plants, Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çepni, S., Taş, E., and Köse, S. (2006) The Effects of Computer-Assisted Material on Students' Cognitive Levels, Misconceptions and Attitudes towards Science, Computers & Education, 46, 2, 192-205.
- Eisen, Y., and Stavy, R. (1988) Students' Understanding of Photosynthesis, The American Biology Teacher, 50, 4, 208-212.
- Eryılmaz, A., and Tatlı, A. (1998) ODTÜ Öğrencilerinin Mekanik Konusundaki Kavram Yanılgıları, III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, 23-25 Eylül 1998, KTÜ, Trabzon.
- Fensham, P. (1988) Development and Dilemmas in Science Education, First Published, The Falmer Press.
- Finley, N. F., Steward, J., and Yaroch, W. L. (1982) Teachers' Perception of Important and Difficult Science Concepts, Science Education, 66, 4, 531-538.
- Fisher, K. M. (1985) A Misconception in Biology: Amino Acids and Translation, Journal of Research in Science Teaching, 22, 1, 53-62.
- Griffard, P. B., and Wandersee, J. H. (2001) The Two-Tier Instrument on Photosynthesis: What Does It Diagnose?, International Journal of Science Education, 23, 10, 1039-1052.
- Güngör, B., Dökme, İ., Ülker, S., Yıldırım, N., Aydın, R., and Baş, Z. B. (2002) İlköğretim Fen Bilgisi 6 Ders Kitabı, Milli Eğitim Basımevi, 1. Baskı, İstanbul.
- Haslam, F., and Treagust, D. F. (1987) Diagnosing Secondary Students' Misconceptions of Photosynthesis and Respiration in Plants Using a Two-Tier Multiple Choice Instrument, Journal of Biological Education, 21, 3, 203-211.
- Hewson, P. W., and Hewson, M. G. (1984) The Role of Conceptual Conflict in Conceptual Change and the Design of Science Instruction, Instructional Science, 13, 1-13.
- Hazel, E., and Prosser, M. (1994) First-Year University Students' Understanding of Photosynthesis, Their Study Strategies & Learning Context, The American Biology Teacher, 56, 5, 274-279.
- Hill, D. G. (1997) Conceptual Change Through the Use of Student-Generated Analogies of Photosynthesis and Respiration by College Non-Science Majors, Doktora Tezi, Georgia Üniversitesi, Athens, Georgia, USA.
- Karamustafaoğlu, S., Ayas, A., and Coştu, B. (2002) Sınıf Öğretmeni Adaylarının Çözümler Konusundaki Kavram Yanılgıları ve Bu Yanılgıların Kavram Haritası Tekniği İle Giderilmesi, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül 2002, ODTÜ, Ankara.
- Karataş, F. Ö., Köse, S., and Coştu, B. (2003) Öğrenci Yanılgılarını ve Anlama Düzeylerini Belirlemede Kullanılan İki Aşamalı Testler, PAÜ Eğitim Fakültesi Dergisi, 13, 1, 54-69.
- Koyuncu, A., Tiryaki, N., Kavas, B., and Salmaner, V. (2002) İlköğretim Fen Bilgisi 8 Ders Kitabı, Feza Gazetecilik AŞ., Ankara.
- Köse, S., Ayas, A., and Taş, E. (2003) Bilgisayar Destekli Öğretimin Kavram Yanılgıları Üzerine Etkisi: Fotosentez, PAÜ Eğitim Fakültesi Dergisi, 14, 106-112.
- Köse, S. (2004) Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarında Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Konularında Görülen Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Kavram Haritalarıyla Verilen Kavram Değişim Metinlerinin Etkisi, Yayınlanmamış Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Köse, S., Gezer, K., Durkan, N., and Erol, G. H. (2005) Çizim Yöntemi Kavram Yanılgılarının Belirlenmesinde Ne Kadar Etkili?, XIV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi, 28-30 Eylül 2005, PAÜ, Denizli.
- Lazarowitz, R., and Penso, S. (1992) High School Students' Difficulties in Learning Biology Concepts, Journal of Biological Education, 26, 3, 215-224.

- Mann, M., and Treagust, D. F. (1998) A Pencil and Paper Instrument to Diagnose Students' Conception of Breathing, Gas Exchange and Respiration, Australian Science Teachers Journal, 44, 2, 55-59.
- Meriç, K., and Özbek, N. K. (2000) İlköğretim 5 Fen Bilgisi Ders Kitabı, Tekışık Yayıncılık, Ankara.
- Mikkilä-Erdmann, M. (2001) Improving Conceptual Change Concerning Photosynthesis Through Text Design, Learning and Instruction, 11, 241-257.
- Ohlsson, B., and Ergezen, S. (1997) Biyoloji Öğretimi, YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi Yayınları, Bilkent, Ankara.
- Osborne, R., and Wittrock, M. C. (1983) Learning Science: A Generative Process, Science Education, 67, 4, 489-508.
- Özay, E. (2001) Fotosentez Konusunda Lise Öğrencilerinde Karşılaşılan Kavram Yanılgıları Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Özmen, H., and Demircioğlu, G. (2003) Asitler ve Bazlar Konusundaki Öğrenci Yanlış Anlamalarının Giderilmesinde Kavram Değişim Metinlerinin Etkisi, Milli Eğitim Dergisi, 159, 111-119.
- Sanders, M. (1993) Erroneous Ideas about Respiration: The Teacher Factor, Journal of Research in Science Teaching, 30, 8, 919-934.
- Seymour, J., and Longden, B. (1991) Respiration-That's Breathing Isn't It? Journal of Biological Education, 25, 3, 177-183.
- Smith, L. E., and Anderson, C. W. (1984) Plants As Producers: A Case Study of Elementary Science Teaching, Journal of Research in Science Teaching, 21, 7, 685-698.
- Songer, J. C., and Mintzes, J. J. (1994) Understanding Cellular Respiration: An Analysis of Conceptual Change in College Biology, Journal of Research in Science Teaching, 31, 6, 621-637.
- Soydan, B., Soydan, H., and Başak, H. (1996) İlköğretim Fen Bilgisi 6 Ders Kitabı, Serhat Yayınları, İstanbul.
- Stavy, R., Eisen, Y., and Yaakobi, D. (1987) How Students Aged 13-15 Understand Photosynthesis, International Journal of Science Education, 9, 1, 105-115.
- Sucu, A., Bayar, S., and Kúpeli, M. (1998) Lise Biyoloji 2, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul.
- Şensoy, Ö. (2002) İlköğretim Öğrencilerinin (6., 7. ve 8. Sınıflar), Fotosentez Konusundaki Yanlış Kavramlarının Tespiti Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, GÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tamir, P. (1989) Some Issues Related to the Use of Justifications to Multiple-Choice Answers, Journal of Biological Education, 23, 4, 285-292.
- Tekkaya, C., and Balcı, S. (2003) Öğrencilerin Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Konularındaki Kavram Yanılgılarının Saptanması, HÜ Eğitim Fakültesi Dergisi, 24, 101-107.
- Tekkaya, C., Çapa, Y., and Yılmaz, Ö. (2000) Biyoloji Öğretmen Adaylarının Genel Biyoloji Konularındaki Kavram Yanılgıları, HÜ Eğitim Fakültesi Dergisi, 18, 140-147.
- Treagust, D. F. (1988) Development and Use of Diagnostic Tests to Evaluate Students' Misconception in Science, International Journal of Science Education, 10, 2, 159-169.
- Wandersee, J. H. (1985) Can the History of Science Help Science Educators Anticipate Students' Misconceptions?, Journal of Research in Science Teaching, 23, 7, 581-597.
- Wandersee, J. H. (1983) Students' Misconceptions About Photosynthesis: A Crossage Study, Proceedings of the International Seminar on Misconceptions in Science and Mathematics, Ithaka, NY: Cornell University, 441-466.
- Yip, D. Y. (1998) Teachers' Misconceptions of the Circulatory System, Journal of Biological Education, 32, 3, 207-216.
- Yürük, N., and Çakır, Ö. S. (2000) Lise Öğrencilerinde Oksijenli ve Oksijensiz Solunum Konusunda Görülen Kavram Yanılgılarının Saptanması, HÜ Eğitim Fakültesi Dergisi, 18, 185-191.



Ek 1. *Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Kavram Testi*

1. Aşağıda verilen gazlardan hangisi ışık enerjisinin hiç olmadığı bir ortamdan yeşil bitkiler tarafından büyük miktarlarda alınır?

- I. Karbondioksit gazı
- II. Azot gazı
- III. Oksijen gazı

Bu seçeneği seçmemin nedeni, bu gazın kullanılıyor olmasıdır.

- a. yeşil bitkilerde her zaman meydana gelen fotosentezde
- b. yeşil bitkilerde ışık enerjisinin olmadığı zamanlarda meydana gelen fotosentezde
- c. yeşil bitkilerde ışık enerjisinin olmadığı zamanlarda meydana gelen solunumunda
- d. yeşil bitkilerde her zaman meydana gelen solunumda
- e.

2. Fotosentezin yeşil bitkiler için en önemli yararı:

- I. Havadan karbondioksiti uzaklaştırmasıdır.
- II. Işık enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürmesidir.
- III. Enerji üretilmesidir.
- IV. Oksijen üretilmesidir.

Bu seçeneği seçmemin nedeni, :

- a. fotosentezin bitkinin büyümesi için enerji sağlamasıdır.
- b. fotosentez süresince güneş enerjisinin kimyasal bağ enerjisine dönüştürülmesi ve glukoz moleküllerinde depo edilmesidir.
- c. bitkilerin -hayvanların kullanabilmesi için- oksijen üretmesidir.
- d. karbondioksitin fotosentez süresince yapraklardaki stomalardan alınmasıdır.
- e.

3. Bitkilerde solunum nerede meydana gelir?

- I. Bitkinin sadece kök hücrelerinde
- II. Bitkinin sadece yaprak hücrelerinde
- III. Bitkinin tüm hücrelerinde
- IV. Bitkinin stomalarındaki hücrelerinde
- V. Bitki hücrelerinde solunum meydana gelmez

Bu seçeneği seçmemin nedeni, :

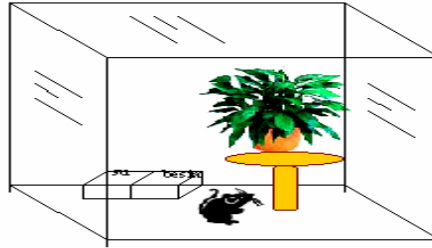
- a. hücrelerin yaşamak için enerjiye ihtiyaç duymasındır.
- b. köklerin gaz değişimini sağlamak için küçük gözeneklere sahip olmasıdır.
- c. köklerin suyu emebilmek için enerjiye ihtiyaç duymasındır.
- d. bitkilerin sadece fotosentez, hayvanların solunum yapmasıdır.
- e. yaprakların gaz değişimini sağlamak için küçük gözeneklere sahip olmasıdır.
- f.

4. Ağırlığı 100 gr. olan bir sardunya bitkisi içerisinde gübrelili toprak bulunan genişçe bir saksıya dikildi. Saksıdaki toprak kurduğunda su verildi, ancak başka herhangi bir şey verilmedi. 8 hafta sonra sardunya bitkisi bulunduğu saksıdan çıkarıldı ve tartıldığında ağırlığının 250 gr. olduğu görüldü. Sizce 8 hafta boyunca büyüyen sardunya bitkisinden sonra saksıdaki toprağın ağırlığı ne durumdadır?

- I. Toprağın ağırlığı biraz azaldı.
- II. Toprağın ağırlığı yaklaşık aynı kaldı.
- III. Toprağın ağırlığı biraz arttı.

Bu seçeneği seçmemin nedeni,

- a. sardunya bitkisinin eklenen sudan ağırlık kazanmasıdır.
- b. sardunya bitkisinin topraktan ağırlık kazanmasıdır.
- c. sardunya bitkisinin su ve havadaki karbondioksitten ağırlık kazanmasıdır.
- d. toprağın sardunya bitkisi tarafından dışarı salınan artık ürünlerden ağırlık kazanmasıdır.
- e.



5. Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi bir fare içinde besin ve su bulunan bir cam kaba yerleştirilir. Aynı kabın içine farenin ulaşamayacağı şekilde bir saksı bitki konur. Cam kap hava geçirmeyecek şekilde kapatılır. Sizce bitki ve farenin bir hafta sonraki durumu ne olur?

- I. Fare ölür, bitki yaşar.
- II. Bitki ölür, fare yaşar.
- III. Her ikisi de yaşar.
- IV. Her ikisi de ölür.

Bu seçeneği seçmemin nedeni,

- a. farenin bitki için oksijen sağlamasıdır.
- b. bitkinin fare için oksijen sağlamasıdır.
- c. her ikisinin de oksijene ihtiyaç duyması ve oksijen tüketmesidir.
- d. farenin karbondioksit, bitkinin oksijen gazı sağlamasıdır.
- e.

6. Yaprakların en önemli görevi:

- I. Karbonhidrat yapmaktır.
- II. Karbondioksit salmaktır.
- III. Oksijen salmaktır.
- IV. Bitkiye gölge yapıp onu aşırı sıcaktan korumaktır.
- V. Bitkinin büyümesine yardımcı olmaktır.

Bu seçeneği seçmemin nedeni,

- yaprakların suyu toplamak için gözeneklere sahip olmasıdır.
- yaprakların klorofile sahip olmasıdır.
- yaprakların gaz serbest bırakmak için gözeneklere sahip olmasıdır.
- yaprakların kökten alınan besinleri nişastaya çevirmesidir.
-

7. Yaklaşık 50 cm. boyunda, olgun iki sardunya bitkisi alırız. Bunlardan birini cam kenarına, diğerini ışık almayan bir dolap içine koyarız. Her ikisine de aynı miktarda su veririz. Sizce 5 hafta sonra sardunya bitkilerinde ne tür değişiklikler meydana gelir?

- Her iki sardunya bitkisi de büyür, cam kenarındaki daha fazla uzar.
- Her iki sardunya bitkisi de büyür, dolaptaki daha fazla uzar.
- Cam kenarındaki sardunya bitkisi yeşil kalırken dolaptaki beyazlaşır.
- Cam kenarındaki sardunya bitkisi yaşar, dolaptaki ölür.
- Her iki sardunya bitkisi de ölür.

Bu seçeneği seçmemin nedeni,

- bitkilerin büyümek için güneş ışığına ihtiyaç duymasıştır.
- bitkilerin güneş ışığından mahrum bırakıldığında güneş ışığı almak için yukarı doğru uzamasıştır.
- bitkilerin güneş ışığından mahrum bırakıldığında kendi klorofillerini tüketmesidir.
- yetersiz veya şiddetli güneş ışığının bitkileri öldürmesidir.
-

8. Bitkilerde ve hayvanlarda gerçekleşen solunumla ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- Bitkilerin solunumu fotosentezdir.
- Bitkiler sadece geceleri, hayvanlar her zaman solunum yapar.
- Bitkilerdeki ve hayvanlardaki solunum arasında bir fark yoktur, benzerdir.
- Bitkiler anaerobik (oksijensiz) solunum, hayvanlar aerobik (oksijenli) solunum yapar.
- Bitkilerde solunum sadece yaprak hücrelerinde, hayvanlarda akciğerlerde meydana gelir.

Bu seçeneği seçmemin nedeni,

- bitkilerin gündüzleri karbondioksit alıp oksijen verirken, geceleri oksijen alıp karbondioksit vermesidir.
- bitkilerin fotosentez yaparken solunum yapmamasıştır.
- bitkiler farklı organellere ve enzimlere sahip oldukları için solunum sonucu elde edilecek ürünlerin fotosentezle sağlanmasıdır.
- bitkiler ve hayvanların solunumu aynı biçimde gerçekleştirmesidir.
- bitkilerde solunum için özel yapıların bulunmasıdır.
-

9. Bir sardunya bitkisinin benzer özellikler gösteren yapraklarından sabah saat 04:00'te (A Grubu), öğleden sonra saat 04:00'te (B Grubu) ve ertesi gün sabah saat 04:00'te (C Grubu) olmak üzere üç

ayrı zaman diliminde 20'şer tane 1 cm. çapında yuvarlak parçalar kesildi. Daha sonra bu kesilen parçalar 105 °C'de kurutulup tartıldı. Sizce bu deneyden aşağıdaki sonuçlardan hangisi elde edilir?

- I. C grubu en fazla kuru ağırlığa sahip olur.
- II. B grubu en fazla kuru ağırlığa sahip olur.
- III. A grubu en fazla kuru ağırlığa sahip olur.
- IV. B grubu en düşük kuru ağırlığa sahip olur.

Bu seçeneği seçmemin nedeni,

- a. suyun gündüz fotosentez sürecinde hammadde olarak kullanılmasının kuru ağırlığı arttırmasıdır.
- b. kuru ağırlığın sabahları çok düşük olmasıdır. Çünkü bitkiler yalnız gece solunum yaptığı için organik bileşikler gece parçalanır.
- c. yaprağın kuru ağırlığının öğleden sonra saat 04:00'te artmasıdır. Çünkü bu saatte hava çok sıcak olduğundan fazla su transpirasyonla (terleme) kaybedilir.
- d. yaprağın gün boyu fotosenteze devam etmesiyle oluşan ürün miktarının artmasıdır. Gece ise ürünlerin büyük miktarı bitkinin diğer organlarına taşınır.
- e.

10. Bitkiler ne zaman solunum yapar?

- I. Sadece fotosentez için gerekli olan ışık enerjisi olmadığı zaman
- II. Sadece fotosentez için gerekli olan ışık enerjisi olduğu zaman
- III. Her zaman

Bu seçeneği seçmemin nedeni,

- a. bitkilerin gün boyu ışık enerjisini kullanarak fotosentez yaparken geceleri solunum yapmasıdır.
- b. bitkilerin oksijen üretirken ve solunum yaparken karbondioksit tüketmesidir.
- c. bitkilerin gündüzleri besin üretmek için solunum yapmasıdır.
- d. bitkilerin hiç ışık enerjisi olmadığı zaman solunuma devam etmek ve oksijen gazı vermek için fotosentezi durdurmasıdır.
- e. bitkilerin ışık enerjisinin varlığında da yokluğunda da solunum yapmasıdır.
- f.

11. Aşağıdakilerden hangisi fotosentezin genel denklemdir?

- I. $CO_2 + \text{enerji} \xrightarrow[\text{g. ışığı}]{\text{klorofil}} \text{Glukoz} + H_2O$
- II. $\text{Glukoz} + O_2 \xrightarrow{\text{ışık enerjisi}} CO_2 + H_2O + \text{enerji}$
- III. $6CO_2 + 6H_2O \rightleftharpoons C_6H_{12}O_6 + 6O_2$
- IV. $CO_2 + H_2O \xrightarrow[\text{g. ışığı / klorofil}]{} \text{Besin} + O_2$
- V. $\text{Karbondioksit} + \text{su} \xrightarrow{\text{g. ışığı}} \text{Glukoz} + \text{enerji}$

Bu seçeneği seçmemin nedeni,

- a. klorofil pigmentinin ışık enerjisiyle karbondioksiti bağlayarak glukoz ve su üretmesidir.
- b. ışık enerjisi yardımıyla karbondioksit ve sudan besinle enerji üretilmesidir.

- c. güneşten gelen ışık enerjisinin bitkilerdeki klorofil yardımıyla karbondioksit ve suyu birleştirerek glukoz ve oksijen oluşturmaktır.
- d. glukoz ve oksijenin ışık enerjisi yardımıyla birleştirilerek karbondioksit, su ve enerji açığa çıkarmasıdır.
- e. karbondioksit ve suyun birleşerek glukoz ve oksijeni oluşturmaktadır. Bu olay uygun ortamda tersine de gerçekleşebilir.
- f.

12. Aşağıda yeşil bitkilerde görülen fotosentez ve solunum süreçleri karşılaştırılmaktadır. Hangisi doğrudur?

Fotosentez

Solunum

- | | |
|---|---|
| I. Sadece yeşil bitkilerde meydana gelir. | Sadece hayvanlarda meydana gelir. |
| II. Tüm bitkilerde meydana gelir. | Sadece tüm hayvanlarda meydana gelir. |
| III. Yeşil bitkilerde ışık enerjisi mevcudiyetinde meydana gelir. | Tüm hayvan ve bitkilerde her zaman meydana gelir. |
| IV. Yeşil bitkilerde ışık enerjisi mevcudiyetinde meydana gelir. | Tüm hayvanlarda her zaman, bitkilerde ışık enerjisi olmadığı zaman meydana gelir. |

Bu seçeneği seçmemin nedeni, :

- a. yeşil bitkilerin fotosentez yaparken hiç solunum yapmamasıdır.
- b. yeşil bitkilerin gündüz fotosentez yaparken geceleri -hiç ışık enerjisi olmadığı zaman- solunum yapmasıdır.
- c. yeşil bitkilerin fotosentezden yeterli enerjiyi sağlayamadıklarında solunum yapması, hayvanların da fotosentez yapamadığından devamlı solunum yapmasıdır.
- d. fotosentezin yeşil bitkilerde sadece ışık enerjisi mevcudiyetinde, solunumun ise yaşayan tüm canlılarda devamlı meydana gelmesidir.
- e.

13. Aşağıdakilerden hangisi solunumun genel denklemdir?

- I. Oksijen \longrightarrow Karbondioksit
- II. Glukoz + oksijen + su \longrightarrow Karbondioksit + enerji
- III. Besin $\xrightarrow{\text{ışık enerjisi}}$ Karbondioksit + su + ATP
- IV. Besin + oksijen + enerji $\xrightarrow{\text{ışık enerjisi}}$ CO₂ + H₂O
- V. Glukoz + oksijen \longrightarrow Karbondioksit + su + enerji
- VI. Karbondioksit + su $\xrightarrow{\text{g.ışığı / klorofil}}$ Glukoz + oksijen + enerji

Bu seçeneği seçmemin nedeni, :

- a. solunum sürecinde oksijen gazının alınıp karbondioksit verilmesidir.
- b. solunum sürecinde besinlerin oksijen ve ışık enerjisi yardımıyla enerji kullanılarak karbondioksit ve suya kadar parçalanmasıdır.
- c. solunum sürecinde güneşten gelen ışık enerjisinin klorofil yardımıyla karbondioksit ve suyu birleştirerek glukoz, oksijen ve enerjiyi oluşturmaktadır.
- d. solunum sürecinde canlıların kullanabileceği enerjinin açığa çıkmasıdır.
- e. solunum sürecinde glukozun oksijen ve su ile birleşerek karbondioksit ve enerji oluşturmaktadır.

- f. solunum sürecinde besinlerin ışık enerjisi yardımıyla parçalanarak karbondioksit, su ve ATP üretmesidir.
- g.

14. Aşağıdaki canlı gruplarından hangisi ya da hangileri fotosentez yapabilen canlılara sahiptir?

- I. Bakteriler
II. Protistalar
III. Mantarlar
IV. Bitkiler
V. Hayvanlar

Bu seçeneği/seçenekleri seçmemin nedeni, :

- a. sadece bitkilerin fotosentez yapmasıdır.
b. sadece fotosentetik pigmentler içeren canlıların fotosentez yapmasıdır.
c. her alemin fotosentez yapabilen bazı üyelere sahip olmasıdır.
d.

15. Aşağıdaki canlı gruplarından hangisi ya da hangileri solunum yapabilen canlılara sahiptir?

- I. Bakteriler
II. Protistalar
III. Mantarlar
IV. Bitkiler
V. Hayvanlar

Bu seçeneği/seçenekleri seçmemin nedeni, :

- a. bitkilerin sadece fotosentez, hayvanların ise solunum yapmasıdır.
b. canlıların solunum yapabilmek için akciğerlere ihtiyaç duymasıdır.
c. tüm hücrelerin enerji elde edebilmek için solunum yapmasıdır.
d.

16. Aşağıda verilen maddelerden hangisi ya da hangileri bitkiler tarafından besin olarak kullanılabilir?

- I. Toprak
II. Nişasta
III. Oksijen
IV. Karbonhidrat
V. Güneş ışığı
VI. Klorofil
VII. Mineraller
VIII. Karbondioksit
IX. Su

Bu seçeneği/seçenekleri seçmemin nedeni, :

- a. besinin çevreden alınan herhangi bir madde olmasıdır.
b. besinin yıkımında enerji sağlayan organik bir madde olmasıdır.
c. besinin sindiriminde dışarıya artık ürün veren herhangi bir madde olmasıdır.
d.

17. Bitkilerdeki fotosentez sürecinde aşağıda verilen faktörlerden hangisi ya da hangileri önemli değildir?

- I. Oksijen miktarı
- II. Klorofil miktarı
- III. Su miktarı
- IV. Karbondioksit miktarı
- V. Işık miktarı

Bu seçeneği/seçenekleri seçmemin nedeni,

- a. fotosentezin ışık enerjisi olmadan da meydana gelebilmesidir.
- b. fotosentezin karbondioksit olmadan da meydana gelebilmesidir.
- c. mantar gibi klorofil ve benzeri pigmentleri içermeyen yeşil olmayan bitkilerin de fotosentez yapabilmemesidir.
- d. fotosentez için oksijenin gerekli olmamasıdır.
- e. fotosentezin su kullanılmadan da gerçekleşebilmesidir.
- f.

18. Aşağıda verilen maddelerden hangisi ya da hangileri sadece bitkiler tarafından topraktan sağlanır?

- I. Su
- II. Glukoz
- III. Mineraller
- IV. Klorofil
- V. Vitaminler
- VI. Proteinler

Bu seçeneği/seçenekleri seçmemin nedeni,

- a. toprağın bitkinin büyümesi için gerekli tüm bileşenleri sağlamasıdır.
- b. toprağın bitkiler için su ve besin sağlamasıdır.
- c. toprağın kökleri destekleyen başlıca bir ortam olmasıdır.
- d. toprağın sudan başka her şeyi sağlamasıdır (Su da yağmurdan yapraklarla yakalanır.).
- e.

19. İnsanlar ve hayvanlar yaşamak ve büyümek için ihtiyaç duyduğu metabolik enerjiyi aşağıdaki kaynaklardan hangisi ya da hangilerinden sağlar?

- I. Hava
- II. Su
- III. Patates
- IV. Et
- V. Egzersiz
- VI. Güneş

Bu seçeneği/seçenekleri seçmemin nedeni,

- a. sindirim sisteminde besinlerin sindirilmesiyle büyüme, hareket etme vb. faaliyetlerin sağlanmasıdır.

- b. oksijenin alınıp karbondioksitin verilerek yaşamsal aktivitelerin yerine getirilmesidir.
- c. organik bileşiklerin oksidasyonu sonucunda serbest bırakılan enerji ATP sentezinde kullanılmasıdır.
- d. organik bileşiklerin solunum sürecinde bileşenlerine ayrılmasıdır. Bu bileşenler sentezlenen ATP'nin hammaddeleridir.
- e. ATP'nin solunum sürecinde parçalanarak okside edilmesidir. Böylece enerji açığa çıkar.
- f.

20. Yeşil bitkilerin büyümek ve yaşamak için ihtiyaç duyduğu metabolik enerji aşağıdaki kaynaklardan hangisi ya da hangilerinden sağlanır?

- I. Hava
- II. Su
- III. Toprak
- IV. Gübreler
- V. Güneş
- VI. Böcekler ve kurtçuklar

Bu seçeneği/seçenekleri seçmemin nedeni, :

- a. yeşil bitkilerin büyümek ve hayatını devam ettirmek için enerjilerini fotosentezden sağlamasıdır.
- b. yeşil bitkilerin sadece ışık enerjisi olmadığı zaman oksijen alıp karbondioksit vererek yaşamsal aktivitelerini yerine getirmesidir.
- c. yeşil bitkilerin kökleriyle besinlerini alıp yapraklarında depo ederek gerektiğinde bu besinlerdeki enerjiyi kullanmasıdır.
- d. yeşil bitkiler gibi fotosentetik canlıların yalnızca güneşten gelen enerjiyi başka enerji şekillerine dönüştürerek kullanabilmesidir.
- e. azotça fakir topraklarda yaşayan yeşil bitkilerin böceklerden veya toprağa katılan azottan enerjilerini elde etmesidir.
- f.

Ek 2. *Fotosentez ve bitkilerde solunum konularında uluslar arası ve ulusal literatürde belirlenen bazı kavram yanlışları*

(1)Wandersee [1983], (2) Haslam and Treagust [1987] (3) Anderson et al. [1990], (4) Tamir [1989], (5) Songer and Mintzes [1994], (6) Hill [1997], (7) Çapa [2000], (8) Özay [2001], (9) Şensoy [2002], (10) Köse et al. [2003], (11) Tekkaya and Balcı [2003], (12) Köse et al. [2005], (13) Çepni et al. [2006]

I. **Fotosentez ve solunumun ne zaman meydana geldiği ve bu olaylarda ışığın rolü hakkındaki yanlışlar**

- Yeşil bitkilerde solunum sadece gündüzleri meydana gelir (2, 6, 7, 8, 9, 11, 12).
- Yeşil bitkilerde fotosentez her zaman meydana gelir (2, 6).
- Fotosentez sadece yeşil bitkilerde meydana gelir (6, 7).
- Bitkiler güneş ışığını besine çevirirler (1, 10, 11, 13).
- Bitkiler karanlıkta daha çok büyür (1, 6, 9).
- Yeşil bitkilerde solunum bitkinin hücrelerinde enerji elde etmek için meydana gelen kimyasal bir işlemdir, hayvan hücrelerinde bu işlem görülmez (2).
- Solunum ışık enerjisinin olduğu ortamlarda meydana gelir (2, 6, 11).
- Fotosentez ışık enerjisi olmadığı zaman meydana gelir (2, 6, 9).
- Fotosentezin ışık ve karanlık devreleri arasında herhangi bir ilişki yoktur (8).
- Bitkiler canlı ve sağlıklı kalmak için güneş ışığından yararlanırlar (8).
- Bitkiler oksijen üretirken ve solunum yaparken karbondioksit tüketirler (6, 11).
- Fotosentez besin transferidir (11).
- Fotosentez bitkilerin yeşil kalmasını sağlar (3, 7).
- Oksijen gazı solunumda kullanılır ve sadece yeşil bitkilerde fotosentez için gerekli olan ışık enerjisi olmadığı zaman meydana gelir (2).
- Bitkilerin oksijene ihtiyacı yoktur, onlar oksijeni sudan alabilirler (5).
- Bitkiler fotosentez sonucu sadece oksijen üretirler (8).
- Bitkiler geceleri fotosentezde oksijen alıp karbondioksit verirler (12).
- Bitkiler fotosentezle karbondioksiti oksijene dönüştürürler (3, 11, 12).
- Karbondioksit gazı güneş ışığında yeşil bitkiler tarafından büyük miktarlarda salınır (1, 2).
- Karbondioksit fotosentez için gerekli olan ışık enerjisi olmadığı zaman solunumda kullanılır (2, 5).
- Yeşil bitkiler hiç ışık enerjisi olmadığı zaman solunuma devam etmek ve oksijen gazı vermek için fotosentezi durdururlar (2).
- Yeşil bitkiler sadece ışık enerjisinin yokluğunda solunum yaparlar (2, 6, 7, 9, 11).
- Yeşil bitkiler sadece geceleri ışık enerjisi olmadığı zaman solunum yaparlar (2, 4, 6, 9, 11).
- Solunum sadece köklerde meydana gelir; besin burada depo edilir (12).
- Solunumda insanlar karbondioksit, bitkiler oksijen verir (3).
- Bitkilerde solunum sadece geceleri meydana gelir, çünkü bitkiler gündüz karbondioksit alır ve onu fotosentezde kullanır (7, 9, 11, 12).
- Bitkilerde solunum meydana gelmez (5, 6, 8, 11, 12).
- Tüm bitkiler sadece ışık enerjisinin yokluğunda, tüm hayvanlar ise her zaman solunum yapar (2, 6).
- Bitkiler güneşe ilaveten hava, su, toprak ve gübreden enerji sağlarlar (3, 6, 7, 10).
- Güneş, bitkilerin üzerine direkt geldiği zaman bitkiler fotosentez yapar (3).
- İnsanlar enerjilerini hava, güneş, su ve egzersizden sağlar (3, 7, 10).
- Yaşayan canlıların hayatsal faaliyetleri için gerekli enerji direkt olarak güneşten gelir (3).
- Bitkilerin enerji sentezi yapabilmeleri için karbondioksite ihtiyacı vardır (5).

-
- Fotosentez olayı sırasında ısı enerjisi kimyasal enerjiye dönüşür (9).

II. Fotosentez ve solunum arasındaki ilişki ve rolleri hakkındaki yanlışlar

- Yeşil bitkiler ışıkta oksijenden kendi besinlerini yaparlar (2, 11).
- Bitkiler dokularını inşa etmek için hem oksijen hem de karbondioksit alırlar (2).
- Solunum yeşil bitkilere yaşamak için enerji sağlar ve bitkilerin su ve karbondioksitten besinlerini yaptıkları kimyasal bir süreçtir (2).
- Yeşil bitkilerde solunum bitki stomalarından karbondioksitin alınıp oksijen gazının salınmasıdır (1, 2, 5, 7, 12).
- Solunum sürecinde su ve karbondioksit glukozun ve kullanılmayan oksijenin üretilmesinde yeşil bitkiler tarafından enerji elde etmek için kullanılır (2).
- Bitkiler çoğunlukla karbondioksit salarlar (1, 2).
- Fotosentezin yeşil bitkilere en önemli yararı bitkinin büyümesi için enerji sağlamasıdır (1, 2, 6, 7, 10, 11, 13).
- Bitkiler enerjilerini fotosentezden sağlar (5, 6, 7, 10, 11, 13).
- Solunum oksijenin alınıp karbondioksitin verilmesi şeklinde devam eden bir gaz değişim sürecidir (6, 7, 10, 11, 12, 13).
- Bitkiler fotosentez süresince havadan oksijen alırlar (1).
- Bitkiler tarafından gündüz salınan oksijen geceleri solunum sürecinde tüketilir (6).
- Fotosentez bir çeşit solunumdur (4, 5, 6, 11, 12).
- Solunum basitçe nefes alıp vermedir (2, 3, 7, 11).
- Bitkiler anaerobik (oksijensiz) solunum yapar, hayvanlar aerobik (oksijenli) solunum yapar (6).
- Bitkiler fotosentez yapar, hayvanlar solunum yapar (2, 6, 7).
- Bitkilerdeki solunumla hayvanlardaki solunum birbirinden farklıdır (8).
- Fotosentez bitkilerin hayatsal faaliyetleri için gerekli olan enerjiyi sağladıkları bir süreçtir (4, 6, 10, 11, 13).
- Fotosentez sonucunda azot üretilir (6, 9).
- Fotosentezin yeşil bitkilere en önemli yararı yapraktaki stomalar yoluyla havadan karbondioksitin uzaklaştırılmasıdır (1, 2, 11).
- Fotosentez ve solunum birbirinin tersi işlemlerdir (2, 6, 7, 10, 11, 12, 13).
- Fotosentez ve solunum sadece birer gaz değişim olayıdır (2, 7, 10, 11, 12, 13).
- Ototrof canlılar fotosentez yaparken solunum yapmazlar (4).
- Fotosentez sonucu yağ üretilir (9).

III. Fotosentez ve solunumun meydana geldiği yer hakkındaki yanlışlar

- Bitkilerde solunum sadece yaprak hücrelerinde meydana gelir, çünkü sadece yapraklar gaz değişimi için özel gözeneklere sahiptir (1, 2, 6, 7, 11).
- Bitkiler yapraklardaki stomalarıyla solunum yapar (6, 7, 12).
- Yeşil bitkilerde fotosentez sadece yapraklarda meydana gelir (2, 6, 7, 8, 9, 12).

IV. Klorofil ve diğer bileşenlerin rolü hakkındaki yanlışlar

- Klorofil olarak adlandırılan yeşil pigment ışık enerjisini karbondioksitle bağlar ve glukoz ve su üretir (1, 2).
 - Yaprakların ana görevi gaz alıp vermektir, çünkü gaz serbest bırakmak için gözeneklere sahiptir (6, 7, 12).
 - Yapraklar köklere ve diğer organlara gölge yapmaya yarar (1, 7, 9).
 - Mantar gibi klorofil ve benzeri pigmentleri içermeyen yeşil olmayan bitkiler fotosentez yapabilir
-

(2, 6).

- Yaprakların temel görevi havadan su buharını ve yağmuru yakalamaktır (1, 6, 7, 9).
- Yaprakların temel görevi güneşin sıcaklığını yakalamaktır (1, 7, 9).
- Yapraklar çiy (nem) içer (1).
- Yağmur yapraklar üzerindeki deliklerden girer (1, 6, 7).
- Floem topraktan bitkinin üst kısımlarına doğru su ve besin taşır (1).

V. Fotosentezde toprağın rolü ve besin kavramı hakkındaki yanlışlar

- Toprak ağırlık kaybeder, çünkü bitkiler onunla büyürler (1, 6, 8, 9).
- Toprak bitkinin besinidir (1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13).
- Bitkiler minerallerle beslenir (1, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13).
- Bitkiler besinlerini kökleriyle topraktan alır (1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13).
- Bitkiler topraktan protein alırlar (1, 3, 6).
- Bitkiler suyla beslenirler (1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13).
- Toprak bitkinin büyümesini sağlayacak hiçbir şeye sahip değildir (1, 6).
- Bitkiler topraktan glukoz ve nişasta gibi organik maddeleri alırlar (4, 6).
- Bitkiler kökleriyle besin alırlar (3, 6, 7, 10, 12, 13).
- Bitkiler topraktan vitaminler alırlar (1, 6).
- Bitkiler diğer canlılara besin ve oksijen sağladığı için üretici adını alır (7, 8, 10, 12, 13).
- Bitkiler topraktan vitaminler alırlar (1, 6).
- Bitkiler kökleriyle besinlerini alır ve sonra yapraklarında depo ederler (1, 6).
- Gübre bitkilerin besinidir (1, 3, 6, 7, 11).
- Toprak fotosentez için gerekli birçok hammaddeleri sağlar (1, 6).
- Bitkiler suyu şekere çevirirler (1).
- Bitkiler fotosentezle protein üretirler (1, 6).

VI. Fotosentez ve solunumun genel denklemleriyle ilgili yanlışlar

- Glukoz + oksijen $\xrightarrow[\text{ışık}]{\text{klorofil}}$ Karbondioksit + su (2)
- $O_2 + \text{besin} + \text{enerji} \longrightarrow CO_2 + H_2O$ (10, 13)
- Karbondioksit + su + enerji \longrightarrow Glukoz + oksijen (2, 10, 13)
- $CO_2 \longrightarrow O_2$ (7)
- $6CO_2 + 6H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + \text{enerji}$ (10, 13)
- Glukoz + su \longrightarrow Karbondioksit + enerji (7, 10, 13)
- İnorganik \longrightarrow Organik (7)
- $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$ (10, 13)
- $CO_2 \longrightarrow O_2 + \text{enerji}$ (7)
- $CO_2 \longrightarrow O_2 + \text{Glukoz}$ (10, 13)

