

Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Kavramlarının Farklı Öğrenim Seviyelerinde Öğrenilme Durumlarının Araştırılması

Ufuk TÖMAN*
Sabiha ODABAŞI ÇİMER**
Atilla ÇİMER***

Öz

Bu araştırmanın amacı; ortaokul, lise ve üniversite seviyelerinde öğrenim gören öğrencilerin fotosentez ve bitkilerde solunum kavramlarını anlama düzeylerini ve mevcut kavram yanlışlarını belirlemektir. Bu araştırma gelişimci araştırma yöntemi içerisinde enlemesine yapılmış bir çalışmadır. Bu yöntem dahilinde veri toplama aracı olarak kavramsal anlama testi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan testte yazılı cevap gerektiren sorulara yer verilmiştir. Test ortaokul 35, lise 35 ve üniversiteden 35 öğrenci olmak üzere toplam 105 öğrenciye uygulanmıştır. Testten elde edilen veriler fotosentez ve bitkilerde solunum kavramlarıyla ilgili anlamaların farklı kategorilerde olduğunu ve bu kavramların her üç öğrenim seviyesindeki öğrenciler tarafından yeterince anlaşılmadığını göstermektedir. Ortaokul seviyesindeki öğrenciler fotosentez ve bitkilerde solunum kavramını günlük hayattaki kullanımı ile ilişkilendirirken, lise ve üniversite öğrencileri ise açıklamalarında daha çok bilimsel tanım ve okul bilgisine bağlı kalmışlardır. Ayrıca, tüm öğrenim seviyelerinde bu kavramlarla ilgili kavram yanlışları tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcük: Fotosentez, Bitkilerde Solunum, Anlama Düzeyleri, Kavram Yanlışları

* Öğr. Gör., Bayburt Üniversitesi Bayburt Eğitim Fakültesi/Bayburt. utoman@bayburt.edu.tr

** Doç. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi/Trabzon. sabihaodabasi@gmail.com

*** Doç. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi/Trabzon. atillacimer@gmail.com

An Investigation Into The Conceptions of Photosynthesis and Respiration In Plants at Different Educational Levels

Abstract

This paper describes an investigation of the conceptions and misconceptions of photosynthesis and respiration held by students secondary schools, studentshighschoolsandstudentsuniversity. This research in developmental research methods made a transverse study. In order to collect the data, a conceptual understanding test was used. A total of 105 students (35 from secondary, 35 from high school and 35 from university) responded to the test, which consisted of questions that require written answers. The data from the test showed that the concept of was not fully understood by thestudents. Secondary students with the use of photosynthesis and respiration in daily life, while linking the concept, high school and university students in the more scientific definition description and school shave remained dependent on knowledge. Misconception shave been determined at all levels of education. Implications for curriculum and school education are drawn from the results.

KeyWords: Photosynthesis, Respiration, Understanding Levels, Misconceptions

Giriş

Öğrenciler, fen bilimlerindeki olay ya da durumları açıklamaya çalışırken içinde buldukları dünya ile ilgili terimleri kullanmaktadırlar. Ancak bu terimler bilimsel olarak ilgili oldukları kavramları çoğu zaman karşılamamaktadır. Böylece ders ortamına getirilen bu yanlış ön bilgilerin yeni kavramların doğru bir şekilde öğrenilmesine engel olduğu bilinmektedir (Ginns, 1995; Şaşmaz-Ören, Ormancı, Erdem, ve Karatekin, 2010). Dolayısıyla, etkili öğretim için, öğrencilerin ön bilgilerinin dersten önce belirlenmesi ve öğretimin de buna göre düzenlenmesi gerekmektedir (Osborne ve Wittrock, 1983; Dekkers ve Thijs, 1998). Temel fen kavramları, daha ilerideki fen konularının anlamlandırılmasında bir basamak veya kilometre taşı rolüne sahiptir. Bu yüzden, iyi bir fen eğitimi için bu kavramların ilk ve orta öğretim sürecinde doğru ve anlamlı bir şekilde öğretilmesi son derece önemlidir (Köse, Ayas ve Taş, 2003). Doğru bir şekilde öğrenilmeden geçilen kavramlar veya bilgiler, bireylerin hem daha sonraki öğrenim hayatlarını etkilemekte, hem de günlük ve mesleki yaşantılarında çok daha büyük anlama ve kavrama problemleriyle karşı karşıya gelmelerine neden olmaktadır (Özay, 2008; Schulte, 2001; Töman ve Çimer, 2013).

Kavram yanılgısı, kişilerin bir kavramı kendilerine has biçimde anlamlandırdıkları fakat bilimsel olarak tamamen yanlış olan fikir ve anlayışlardır. Kavram yanılgısı kişilerin bilgi eksikliği içeren düşünceleri değil, aksine doğruluğuna inanarak savdukları fikirlere dir. Öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgıları, daha çok kişisel deneyimler sonucu oluşmuş, bilimsel gerçeklere ve düşüncelere aykırı, anlamlı öğrenmeyi engelleyici bilgiler olarak tanımlanmıştır (Köse ve Uşak, 2006; Özkan, Tekkaya ve Geban, 2004). Kişiler doğdukları andan itibaren etrafında gelişen doğa olaylarını anlamaya, yorumlamaya ve açıklamaya çalışır. Okul çağına gelinceye kadarki süreçte birey, ailesi, çevresi yazılı ve görsel basının yanında bilimsel olmayan birçok kaynaktan etkilenir. Bu etkinliklerin hepsi öğrencilerin beyinlerinde birçok sezgisel fikir ile teorileri yapılandıracakları ön deneyimleri oluşturur. Dolayısıyla bu deneyimler onlarda iz bırakacak ve bilimsel olmayan kavramların oluşmasına sebep olabilecektir. Literatürdeki araştırmalar, öğrencileri fen bilimlerindeki çok sayıda kavram hakkında bilimsel olarak kabul edilmeyen fikirlere sahip olduklarını ve bu fikirlerin temelini çoğunlukla tutarsız sezgi, önyargı ve günlük hayattan edindikleri deneyimlerin oluşturduğunu ortaya koymaktadır (Osborne ve Freday, 1985; Güneş, Dilek, Hoplan ve Güneş, 2012; Töman ve Çimer, 2012). Öğrencilerin kavram yanılgılarını, genellikle sınıfa gelmeden önce ve günlük yaşamlarında karşılaştıkları farklı türden olayları analiz ederek oluşturdukları, bunların ise daha sonraki öğrenmelerini olumsuz şekilde etkilediği ifade edilmektedir (Palmer, 1999 ve 2001; Yılmaz, Tekkaya, Geban ve Özden, 1999).

Fen bilimleri alanlarından birisi olan biyolojinin, öğrencilerin anlamakta güçlük yaşadıkları bir alan olduğu bilinmektedir. Bu güçlüklerin nedenleri üzerine yapılan çalışmalara bakıldığında, biyolojinin içeriğini oluşturan kavramların soyut olması, öğretmenlerin kullandığı geleneksel yöntemlerden dolayı öğrencilerin anlamlı zihinsel şemalar oluşturamaması ve kavramlarla ilgili oluşan zihinsel şemaların problem çözümünde yeterli olmaması şeklinde sebepler ileri sürüldüğü görülmektedir (Akpınar, 2006; Güneş, Dilek, Hoplan ve Güneş, 2012; Kılıç ve Sağlam, 2004). Ayrıca bu durumun, öğrencilerin biyolojinin farklı konularında öğrenme güçlükleri çekmelerine ve farklı kavramlarla ilgili birçok yanlış geliştirmelerine neden olduğu vurgulanmaktadır (Klymknowsky ve Doxas, 2008; Köse ve Uşak, 2006; Özay Köse, E., Pekel, O., ve Hasenekoğlu, İ. 2009; Özay, 2008).

Fotosentez konusu farklı öğrenim seviyelerindeki öğretim programının önemli ve kavraması güç olan biyoloji konuları arasında yer almaktadır (Finley, Stewart, and Yarroach, 1982; Bacanak, Küçük ve Çepni, 2004; Köse, Gezer, Durkan ve Erol, 2005). Bu nedenle bu konunun anlamlı bir şekilde kavranmasında yaşanan zorluklar, öğrencilerde kavram yanlışlarının doğmasına neden olmaktadır. Öğrencilerin fotosentez konusundaki kavram yanlışları birçok araştırmacı tarafından incelenmiş ve öğrencilerin eğitimleri boyunca bu konuda kavram yanlışlarına sahip olduğu saptanmıştır (Canal, 1999; Çapa, 2000; Mason ve Boscolo, 2000; Mikkila, 2001). Yapılan çalışmalar daha çok bir alan ile ilgili olarak fotosentez ve bitkilerde solunum kavramlarını incelemekte ve sadece belli bir öğrenim seviyelerine hitap etmektedir. Fotosentez ve bitkilerde solunum ile ilişkili kavramlarda farklı öğrenim seviyelerinde meydana gelen kavramsal değişimi incelemeye yönelik çalışmalar oldukça azdır (Çetin ve Ertepinar, 2004). Bu çalışmada, fotosentez ve bitkilerde solunum ile ilgili kavramları, öğrenim seviyesine bağlı olarak meydana gelen değişimlerin bir bütün halinde incelenmesiyle fotosentez ve bitkilerde solunum kavramının çerçevesi daha iyi belirlenerek, kavramlar arası ilişkiler daha net ortaya çıkacaktır. Ayrıca bu kavramlar arasında anlamlı bir bütün oluşturularak öğrencilerin, konu ile ilişkili kavramları algılama biçimleri ve buna bağlı olası kavram yanlışları belirlenmiş olacaktır. Bu çalışma, fotosentez ve bitkilerde solunum ile ilişkili kavramların öğretim programlarına yeniden uyarlanması ve söz konusu kavramların öğretimine ilişkin katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, ortaokul, lise ve üniversite son sınıf öğrencilerinde fotosentez ve bitkilerde solunum kavramlarının anlama düzeylerini belirlemek ve bu seviyeler arasındaki kavramsal değişimi ortaya koymaktır.

Yöntem

Bu çalışmada, farklı öğrenim seviyelerinde öğrenim gören öğrencilerin fotosentez ve bitkilerde solunum kavramlarının öğrenilme düzeylerinin belirlenmesine yönelik olarak betimsel araştırmalardan gelişimci araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırma, fotosentez ve bitkilerde solunum kavramlarının öğrenilme düzeylerinin belirlenmesine yönelik olarak bir örnekleme uzun süre çalışılarak gelişim düzeyinin ortaya çıkarılması yerine, örneklemin takip edeceği ona eşdeğer olabilecek örnekleme üzerinde aynı zamanda devam edilmiş çalışmalardan oluşmaktadır (Büyüköztürk, 2010). Bu yolla, çalışmayı tamamlamak için aynı örnekleme takip etmek yerine, farklı yaş gruplarındaki örneklemlerle çalışılarak araştırma en erken sürede tamamlanır (Çepni, 2012). Bu özellikleri göz önüne alındığında çalışma, gelişimci araştırma yöntemi içinde enlemesine yapılmış bir çalışma özelliği taşımaktadır. Bu araştırma, Bayburt il merkezinde bulunan bir ortaokul, bir lise ve Bayburt Üniversitesi Bayburt Eğitim Fakültesi'nde gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın örneklemini ortaokul, lise ve Bayburt Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı son sınıftaki öğretmen adayları düzeylerinden rastgele seçilen birer son sınıftaki öğrenciler oluşturmaktadır. Araştırmaya katılan öğrenci sayıları ve cinsiyete göre dağılımları Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Araştırmaya katılan öğrenci sayıları ve cinsiyete göre dağılımları

Öğrenim Seviyesi	Cinsiyet		Toplam
	Kız	Erkek	
İlkokul	19	16	35
Lise	18	17	35
Üniversite	20	15	35

Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada, veri toplama aracı olarak kavramsal anlama testi kullanılmıştır. Bu veri toplama araçlarına ait özellikler aşağıda belirtilmiştir.

Kavramsal Anlama Testi

Araştırmada sorulan fotosentez ve bitkilerde solunum kavramları ile ilgili soruları 4 tane açık uçlu soru oluşturmaktadır. Test verilerinden elde edilen bulgular verilirken bazı kısaltmalar kullanılmıştır. Bu kısaltmaların açılımı aşağıda verilmiştir. Örneğin, TO-1; “teste cevap veren ortaokul öğrencilerinden birinci öğrenciyi simgelemektedir” şeklindedir. T: Test, O: Ortaokul son sınıf öğrencisi, L: Lise son sınıf öğrencisi, Ü: Üniversite son sınıf öğrencisi, 1: Birinci öğrenci, 2: İkinci öğrenci, 3: Üçüncü öğrenci, 4: Dördüncü öğrenci, 5: Beşinci öğrenci

Bunların yanında, test soruları belirlenirken Tekkaya ve Balcı (2003),

Çokadar (2012) ve Ören, Karatekin, Erdem ve Ormancı (2012) tarafından yapılan çalışmalardan da yararlanılmıştır. Bu çalışmalarda kullanılan test sorularının güvenilirliğinin sağlandığı düşünülmüştür. Bunun yanı sıra test sorularının geçerliliği; uzman görüşleri, ilgili literatür ve pilot çalışmadan yararlanılarak sağlanmıştır.

Verilerin Analizi

Öğrencilerin araştırılan kavramlarla ilgili anlama seviyelerini tespit etmek için kullanılan testten elde edilen verilerin nasıl analiz edildiğine dair bilgiler aşağıda verilmiştir.

Kavramsal Anlama Testi

Bu çalışmada açık uçlu sorulardan oluşan testin değerlendirilmesi için Abraham ve diğerleri (1992) tarafından belirlenen anlama seviyesi kategorileri kullanılmıştır. Tablo 2'de bu kategoriler ve içerikleri gösterilmiştir.

Tablo 2. Testte yer alan soruları analiz etmede kullanılan kategoriler ve içerikleri

Anlama Düzeyleri	Puanlama Kriterleri
Tam Anlama	· Geçerliliği olan cevabın bütün yönlerini içeren cevaplar
Kısmi Anlama	· Geçerli olan cevabın bir yönünü içeren fakat bütün yönlerini içermeyen cevaplar
Özel Kavram Yanılgısıyla Kısmi Anlama	· Kavramın kısmen anlaşıldığını gösteren fakat aynı zamanda bir kavram yanılgısını da içeren cevaplar
Kavram Yanılgısı	· Bilimsel olarak yanlış olan cevaplar
Anlamama	· Boş bırakma, “bilmiyorum”, “anlamadım” benzeri ifadeler içeren cevaplar, · Soruyu aynen tekrarlama, · İlgisiz ya da açık olmayan cevaplar

Analiz sırasında öğrencilerin teste verdikleri cevapların bu kategorilere göre dağılımları yüzde olarak belirlenmiş ve tablolar halinde sunulmuştur.

Bulgular

Farklı öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin fotosentez ve bitkilerde solunum ile ilişkili kavramları anlama düzeylerini tespit etmek, muhtemel kavram yanılgılarını belirlemek ve bu seviyeler arasındaki kavramsal değişimi ortaya koymak amacıyla yapılan bu çalışmada, testten toplanan verilerin analizinden elde edilen bulgular aşağıda sunulmuştur.

Testten Elde Edilen Bulgular

Fotosentez ve bitkilerde solunum kavramları ile ilgili olarak ortaokul, lise ve üniversite son sınıf öğrencilerinin anlama düzeyleri hazırlanan testle belirlenmiştir. Testte sorulan her kavramla ilgili farklı öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin anlama düzeylerine ilişkin bulgular aşağıda sunulmuştur.

Öğrencilerin Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Kavramlarını Anlama Düzeyleri

Uygulanan testte dört soru ile öğrencilerin fotosentez ve bitkilerde solunum kavramlarını anlama düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen verilere göre ortaokul, lise ve üniversite son sınıf öğrencilerinin ve bitkilerde solunum kavramlarını anlama düzeyleri Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Öğrencilerin enerji kavramını anlama düzeyleri

Soru No.	Tam anlama			Kısmi anlama			Özel Kavram Yanılgısı İle Kısmi Anlama			Kavram Yanılgısı			Anlamama		
	İ	O	Ü	İ	O	Ü	İ	O	Ü	İ	O	Ü	İ	O	Ü
1	23	34	68	17	23	20	20	11	8	23	26	0	17	6	4
2	6	17	20	43	26	20	37	51	36	8	3	20	6	3	4
3	20	37	32	34	43	48	9	3	4	23	3	8	14	14	8
4	0	12	28	51	34	20	23	14	12	12	6	4	14	34	36
Ort.	12	25	37	36	32	27	22	20	15	17	10	8	13	14	13

0: Ortaokul (n=35) L: Lise(n=35) Ü: üniversite (n=35)

Öğrencilere uygulanan testin birinci sorusunda fotosentezin tanımı sorulmuştur ve Tablo 3'ten de görüldüğü gibi, öğrencilerin bu soruyla ilgili tam anlama kategorisindeki cevap yüzdelerinde üniversite öğrencilerinin diğer öğrenim seviyesindeki öğrencilerden belirgin bir farkla üstün olduğu belirlenmiştir (% 68). Diğer öğrenim seviyelerinde ise daha düşük oranlarda tam anlama tespit edilmiştir. Ancak, ilkokuldan üniversite düzeyine yükseldikçe tanımlarda detayın arttığı görülmüştür. Örneğin, bir ilkokul öğrencisi; “*Fotosentez olayı gerçekleştiği zaman güneş enerjisi, kimyasal enerjiye dönüştürülür (TO-23)*” şeklinde tanımlarken, bir lise öğrencisi, “*Kloroplastlarda fotosentez olayı gerçekleştiği zaman güneş enerjisi, kimyasal*

enerjiye dönüştürülerek depolanır. Karbonhidratlarda depolanan enerji geçici olarak depolanmak üzere Atp'ye transfer edilir TL-20) ”şeklinde tanımlamıştır. Ayrıca bir üniversite öğrencisi ise, “Karbonhidrat oksidasyon reaksiyonunun tersi reaksiyonlar bitkiler, algler ve bazı mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilir. Bu organizmalar karbonhidrat sentezi için gerekli olan büyük miktarda enerjiyi sağlamak üzere güneş ışığındaki enerjiyi kullanırlar. Bu işleme fotosentez adı verilir. Güneş enerjisinin devamlı olarak bitkiler tarafından kullanılması gerekir. Aksi halde canlılığın devamı mümkün olmaz (TÜ-18) ” şeklinde tanımlamıştır.

Kısmi anlama seviyesindeki öğrenci cevap yüzdeleri ise, artan öğrenim seviyesine göre hemen hemen yakın oranlarda tespit edilmiştir. Kısmi anlama kategorisindeki tanımlarda, ortaokuldan üniversite seviyesine doğru gidildikçe detay artmıştır. Ayrıca, ortaokul öğrencilerinin tanımları daha çok kavramın günlük hayatta kullanımı ile bağlantılı iken, üniversite seviyesinde daha çok derste verilen bilgileri yansıtan tanımlar sunulmuştur. Örneğin, bir ortaokul öğrencisi; “Fotosentez olayı gerçekleştiği zaman güneş enerjisi kullanılır (TO-13) ” şeklinde tanımlarken, bir lise öğrencisi; “Bir karbonhidrat olan glikozun sentezi fotosentez olayı gerçekleşir (TL-29) ” ifadesini kullanmıştır. Bir üniversite öğrencisi ise; “Yeşil bitkilerde fotosentez kloroplast denilen organelde gerçekleşir(TÜ-31) ” şeklinde cevap vermiştir.

Özel kavram yanılışıyla kısmi anlama kategorisinde en yüksek oranın ortaokul son sınıf öğrencilerinde (% 20) olduğu ortaya çıkmıştır. Ortaokulu sırasıyla lise (% 11) ve üniversite (% 8) öğrencileri takip etmiştir. Bir ortaokul öğrencisi için; “Bitkinin besini topraktır. Çünkü bitki suyu ve minerali topraktan alır (TO-7) ” bir lise öğrencisi için; “Glikozu, güneş ışığını, klorofil ve karbondioksiti kullanarak bunları besine çevirmesidir (TL-22) ” bir üniversite öğrencisi içinde; “Fotosentez bitkinin karbondioksit ve güneş ışığını kullanarak, su ve besin üretmesidir(TÜ-19) ” şeklindeki cevaplar örnek olarak verilebilir. Kavram yanılışı kategorisinde ise, ortaokul ve lise öğrencileri hemen hemen yakın oranlara sahip iken, üniversite öğrencilerinde fotosentez ve bitkilerde solunum kavramının tanımı ile ilgili olarak kavram yanılışına rastlanılmamıştır. Örneğin, bir ortaokul öğrencisi fotosentezi “Fotosentez yeşil bitkilerin solunumudur (TO-26) ” şeklinde ifade ederken, bir lise öğrencisi; “Fotosentez sonucunda karbon dioksit, yeşil yapraklar ve klorofil üretilir (TL-30) ” şeklinde ifade etmiştir. En son kategori olan anlamama kategorisi içinse öğrenci cevap yüzdelerine bakıldığında en yüksek oranın ortaokul öğrencilerinde olduğu görülmektedir (% 17). Bu oranı sırasıyla ortaöğretim son sınıf (% 6) ve üniversite son sınıf öğrencileri (% 4) izlemektedir.

Testin 2. sorusu fotosentezin amacı ile ilgili olarak sorulmuştur. Tablo 3' ten görüldüğü gibi, öğrenim seviyesi arttıkça tam anlamının da arttığı tespit

edilmiştir. Bir ortaokul öğrencisinin verdiği; *“Fotosentetik olarak üretilen karbonhidratlar, hem organizmanın kendisi ve hem de doğrudan veya dolaylı olarak fotosentetik organizmalarla beslenen ve fotosentetik olmayan organizmalar için bir enerji kaynağı olarak görev yaparlar(TO-8)”* şeklindeki yanıtı diğer öğrenci cevaplarına da örnek teşkil etmektedir. Kısmi anlama düzeyine yönelik öğrenci cevapları incelendiğinde en yüksek oranın ortaokul öğrencilerine ait olduğu görülmektedir (% 43). Ortaokul öğrencileri dışında kalan lise ve üniversite öğrencilerinde ise kısmi anlama oranları birbirlerine yakın oranlardadır. Kısmi anlama düzeyine yönelik olarak bir lise öğrencisinin verdiği; *“Fotosentez karbonun karbondioksit şeklinde biyosfere girmesini ve atmosfere oksijen çıkışını sağlayan temel bir olaydır (TL-34)”* şeklindeki yanıtı mevcut durumu temsil eder niteliktedir. Ayrıca, özel kavram yanlışlığı ile kısmi anlama kategorisindeki en yüksek oran, lise öğrencilerine aittir (% 51). Ortaokul ve üniversite öğrencileri birbirine yakın oranlara sahiptirler (sırasıyla % 37 ve % 36). Bu kategoriye yönelik bir lise öğrencisinin verdiği; *“Fotosentezin yeşil bitkiler için en önemli faydası enerji üretimidir, çünkü fotosentez bitkinin gelişmesi için gereken enerjiyi sağlar (TL-9)”* şeklindeki ifadeleri örnek olarak verilebilir.

Kavram yanlışlığı kategorisi incelendiğinde, ilginçtir ki; en yüksek oranda kavram yanlışlığına sahip olma oranı üniversite öğrencilerinde görülmüştür. Ortaokul ve lise öğrencilerinde görülen kavram yanlışlıkları, üniversite öğrencilerine göre daha düşük ve birbirine yakın oranlardadır. Kavram yanlışlığı düzeyine yönelik olarak bir ortaokul öğrencisinin verdiği; *“Fotosentezle besin transferi gerçekleşir (TO-19)”* şeklindeki cevabı, bir lise öğrencisinin verdiği; *“Fotosentez sonucunda karbon dioksit, yeşil yapraklar, ve klorofil üretilir (TL-11)”* şeklindeki ifadeleri ve bir üniversite öğrencisinin verdiği; *“Fotosentez bitkilerin enerji ürettiği bir işlemdir (TÜ-14)”* şeklindeki cevap, diğer cevapları örnekler niteliktedir. En son kategoride anlamama oranlarının farklı öğrenim seviyelerinde düşük ve birbirlerine yakın yüzdelerde olduğu tespit edilmiştir.

Bitkilerde solunumu anlama düzeylerine yönelik olarak sorulan bir diğer soru olan 3. soruda göze çarpan en belirgin nokta, bilimsel bilginin ağırlıkta sorulduğu bir önceki soruya göre, bu soruyu cevaplayan farklı öğrenim seviyelerinde tam anlama oranının düşmesidir. Özellikle lise son sınıf öğrencilerinin bu soruya yönelik detaylı cevaplar verdikleri görülmektedir. Örneğin, bir ortaokul öğrencisi; *“Solunum olayı genel olarak bütün canlılarda meydana gelir. Bu olay için canlılar genellikle oksijen alırlar ve karbondioksit açığa çıkarırlar (TO-17)”* ve bir üniversite öğrencisi de; *“Solunum sırasında, fotosentezle yapılan organik maddeler, karbondioksit oluşumu için yükseltgenmekte, absorbe edilen oksijen ise su oluşumu için indirgenmektedir*

(TÜ-27) ” şeklindeki ifadeleri kullanmışlardır.

Kısmi anlama seviyesinde, lise ve üniversite öğrencilerinin oranları birbirlerine oldukça yakınken, ortaokul öğrencilerinin oranları daha düşüktür. Lise ve üniversite öğrencilerinin kendi içerisindeki anlama düzeylerinde de en yüksek orana sahip kategori kısmi anlama kategorisidir. Bu duruma örnek olarak bir ortaokul öğrencisinin verdiği; *“Canlıların havadaki serbest oksijeni kullanarak yaptıkları enerji oluşumudur (TO-19)”* ve bir üniversite öğrencisinin de verdiği; *“Solunum sırasında serbest kalan enerjinin bir kısmı ATP' ye çevrilip, enerji kaynağı olarak kullanılırken, diğer kısmı ısı şeklinde açığa çıkarılmaktadır (TÜ-3)”* şeklindeki cevaplar verilebilir.

Tablo 3' ten her üç öğrenim düzeyinde özel kavram yanlışlığı ile kısmi anlama kategorisinde cevap veren öğrencilerin yüzdeleri oranlarının birbirlerine yakın olduğu görülmektedir. Bir ortaokul öğrencisinin verdiği; *“Bitkiler gündüzleri fotosentez, geceleri ışık enerjisi olmadığı zaman solunum yapar (TO-22) ”* şeklindeki cevap, bu kategoriye uygun cevapları temsil eder niteliktedir. Kavram yanlışlığı kategorisinde ise, en yüksek oran ortaokul son sınıf öğrencilerine aittir (% 23). Lise ve üniversite öğrencilerinde ise kavram yanlışlığı daha düşük ve birbirine yakın değerlerdedir (sırasıyla % 3 ve % 8). Bir ortaokul öğrencisinin yukarıdaki soruya karşılık; *“Bitkiler, sadece geceleri ışık enerjisi olmadığı zaman solunum yapar (TO-21)”* ve bir üniversite öğrencisinin; *“Bitkilerde solunum yapraklarda gerçekleşir çünkü sadece yapraklar gaz değişimi için gerekli olan gözeneklere sahiptir (TÜ-19)”* şeklindeki cevapları kavram yanlışlığı kategorisine konulmuştur. En son kategori olan anlamama kategorisi içinse, ortaokul ve lise son sınıf öğrencileri aynı oranlara sahiptirler (% 14). Üniversite son sınıf öğrencileri ise, bunlara göre daha düşük oranda anlamamaya sahiptir (% 8).

Testin 4. sorusu bitkilerde solunumun amacı ile ilgili olarak sorulmuştur. Gündelik bilgiden ziyade, bilimsel bilginin tam olmasıyla, tam anlama düzeyinde cevap vermenin mümkün olduğu bu soruda en dikkat çekici noktalardan biri, ortaokul öğrencilerinden bu soruya hiçbir öğrencinin tam anlamaya yönelik cevaplar verememesidir. Fakat öğrenim seviyesi arttıkça tam anlama oranlarının da attığı görülmektedir. Bir üniversite öğrencisinin verdiği; *“Bitkilerin solunumu da temel olarak insanın ve bütün gelişmiş hayvanların solunumuna benzer. Bu canlılarda da solunumun amacı oksijeni dokulara alıp, besin maddelerini yakarak gerekli enerjiyi sağladıktan sonra karbondioksidi dışarı atmaktır. Ne var ki bitkiler, hayvanlardan farklı olarak, havanın oksijenini almadan ve dışarıya karbon dioksit vermeden de solunum yapabilirler. Bu ayrıcalığın nedeni bitkilerin fotosentez yeteneğidir (TÜ-23)”* şeklindeki cevap tam anlama kategorisindeki öğrenci cevaplarını temsil eder niteliktedir. Tablo 3' ten de görüldüğü gibi, öğrenim seviyesi arttıkça kısmi

anlama oranları da azalmaktadır. Kısmi anlama kategorisinde cevap veren öğrencilerin tamamında görülen temel eksiklik, öğrencilerin bitkilerde solunumun gerekli olduğunu belirtmeleri fakat bu solunumun nasıl ve ne şekilde meydana geldiği yönünde net bir cevap verememeleridir. Bu durumu bir ortaokul öğrencisinin verdiği; “*Bitkilerde solunum enerji elde edilmesinde gerekli olan bir olaydır (TO-4)*” şeklindeki cevap net bir şekilde göstermektedir.

Tam anlama ve kısmi anlamadaki öğrenim durumlarını, özel kavram yanılığısı ile kısmi anlama kategorisindeki oranlar destekler niteliktedir. Şöyle ki; bilimsel bilgi eksikliğinden kaynaklanarak ortaokul öğrencilerinin tam anlamada en düşük, kısmi anlamada en yüksek oranda cevap vermesinin sonucu özel kavram yanılığısı ile kısmi anlama kategorisinde en yüksek orana sahip olmasına yol açtığı düşünülmektedir. Bu duruma örnek olması açısından, bir ortaokul öğrencisinin verdiği; “*Bitkiler her zaman solunum yapar, fakat sabah karbondioksit alır oksijen verir, akşamları da oksijen alıp karbondioksit verir (TO-27)*” şeklindeki cevabı ve bir üniversite öğrencisinin verdiği; “*Bitkiler geceleri solunum yapar. Gün ışığı olduğu zaman solunum yerine fotosentez yapar (TÜ-7)*” şeklindeki cevapları verilebilir.

Kavram yanılığısı kategorisinde ise, tıpkı özel kavram yanılığısı ile kısmi anlama kategorisinde olduğu gibi ilköğretim öğrencileri en yüksek orana sahiptir. Fakat öğrenim seviyesi arttıkça bu oranın azaldığı görülmektedir. Bu durumu ifade etmesi bakımından bir ortaokul öğrencisinin verdiği; “*Bitkilerin solunumu fotosentezdir (TO-10)*” şeklindeki cevabı, bir lise öğrencisinin; “*Bitkiler solunum yapmaz. Onlar oksijen üretirler (TL-30)*” şeklindeki ifadesi ve bir üniversite öğrencisinin verdiği; “*Bitkiler karanlıkta fotosentez yapamadığından solunum o zaman meydana geliyormuş gibi olur (TÜ-9)*” şeklindeki cevapları verilebilir. En son kategori olan anlamama kategorisinde ise, bilimsel bilginin niteliğine bağlı olarak cevaplama olasılığının artması bilimsel bağlamda eksik olan öğrencilerin soruyu anlamamasına neden olmuştur. Tablo 3' den görüldüğü gibi öğrenim seviyesi arttıkça anlamama oranları da artmaktadır. Fotosentez ve bitkilerde solunum kavramları ile ilgili farklı öğrenim seviyelerinde çoğunlukla görülen kavram yanılığıları aşağıdaki tabloda öğrenim seviyelerine göre işaretlenmiştir.

Tablo 4. Fotosentez ve bitkilerde solunum kavramları ile ilgili kavram yanlışları

Fotosentez	Kavram yanlışları		
	Ortaokul	Lise	Üniversite
Fotosentez yeşil bitkilerin solunumudur	✓		
Fotosentez sonucunun da karbon dioksit, yeşil yapraklar ve klorofil üretilir	✓	✓	✓
Fotosentez bitkilerin oksijen alarak besinlerini ürettiği bir işlemdir	✓		✓
Fotosentez bitkilerin enerji ürettiği bir işlemdir	✓	✓	✓
Fotosentezle besin transferi gerçekleşir	✓		
Fotosentez sonucunun da karbon dioksit, yeşil yapraklar ve klorofil üretilir		✓	✓
Bitkilerde Solunum	Ortaokul	Lise	Üniversite
Bitkiler, sadece geceleri ışık enerjisi olmadığı zaman solunum yapar	✓	✓	✓
Bitkilerde solunum yapraklarda gerçekleşir	✓	✓	✓
Bitkilerin solunumu fotosentezdir	✓	✓	
Bitkiler solunum yapmaz. Onlar oksijen üretirler	✓	✓	
Bitkiler karanlıkta fotosentez yapamadığında solunum meydana gelir	✓	✓	✓

Tartışma ve Sonuçlar

Bu çalışmadan elde edilen bulgularından anlaşıldığı üzere bazı öğrenciler bitkilerin oksijen üretmek için fotosentez yaptığını düşünmektedir. Oksijenin bir yan ürün olduğunu algılayamamaktadırlar. Bu kavram yanlışları büyük bir olasılıkla öğrencilerin fotosentezin tanımını sadece formülünü ezberleyerek anlamaya çalışmalarından kaynaklanmaktadır. Benzer yanlışlar Köse, Gezer, Durkan ve Erol (2005), Bacanak, Küçük ve Çepni (2004) tarafından da belirlenmiştir. Öğrencilerin fotosentez kavramını nasıl algıladıkları incelenecek olursa, öğrenim seviyesi arttıkça öğrencilerin fotosentezin tanımına güneş ışığı, oksijen, karbondioksit, su, klorofil ve besin gibi kavramların yanı sıra, enerji değişimi, ışık enerjisinin kimyasal enerjiye çevrilmesi, glikoz, inorganik ve organik gibi kavramları, fotosentezin kimyasal bir reaksiyon olduğunu ekledikleri saptanmıştır. Literatürde de benzer öğrenim durumları bulunmaktadır (Canal, 1999; Mason ve Boscolo, 2000).

Öğrencilerin kavram yanlışlığına sahip olduğu bir diğer kavram ise bitkilerde solunum konusu ile ilgilidir. Öğrencilere bitkiler ne zaman solunum yapar diye sorulduğunda bazı öğrenciler bitkilerin solunum yapmadığını belirtmiştir. Bitkiler her zaman solunum yapar doğru yanıtı verenlerin ise bu konuda başka kavram yanlışlığına sahip olduğu saptanmıştır. Bitkiler solunum yapar diyenlerin büyük bir çoğunluğu bitkilerin geceleri solunum yaptığı görüşünde birleşmişlerdir. Benzer yanlışlar Finley, Stewart, and Yarroach (1982), Bacanak, Küçük ve Çepni (2004), Mason ve Boscolo

(2000) tarafından da belirlenmiştir. Her seviyedeki öğrencilerin yanıtları incelendiğinde fotosentez ve solunumun aynı anda olamayacağı, bitkilerin karbondioksit alıp oksijen vererek solunum yaptığı, solunumun oksijenin alınıp karbondioksitin verildiği bir gaz değişim işlemi olduğu ve bitkilerin geceleri solunum yaptığı gibi yanlışlıklara sahip olduğunu göstermektedir. Literatürde de benzer öğrenim durumları belirlenmiştir (Çapa, 2000; Mikkila, 2001; Köse, Gezer, Durkan ve Erol, 2005).

Fotosentez ve bitkilerde solunum kavramlarının açıklanmasında artan öğrenim seviyesine bağlı olarak tam anlama seviyesinde genel bir artış olduğu, buna paralel olarak kavram yanlışlarında da azalma olduğu görülmektedir. Günlük hayatta edinilen bilgiyle öğretim ortamına gelen ortaokul öğrencisine uygun olmakta ve bilimsel manada olan eksikliklerini görmesini de engellemektedir. Fotosentez ve bitkilerde solunum kavramlarının bilimsel manada yeterince belirtilmemesi ve öğrencilerin ortaokul sürecinde günlük hayatta edindikleri bilgilerin sınıf ortamında baskın olmasına neden olduğu söylenebilir. Ortaokul, lise ve üniversite son sınıftaki öğrencilerin fotosentez ve bitkilerde solunum kavramlarını anlama düzeylerinin ve kavram yanlışlarının belirlenmesine yönelik olarak yapılan bu çalışmadan elde edilen bulgular ve yapılan yorumlara dayanılarak elde edilen sonuçlara bakıldığında; Genel olarak, incelenen kavramlar her üç öğrenim seviyesinde de yeterince anlaşılabilir. Beklendiği üzere öğrenim seviyesi arttıkça genel olarak kavramların ortalama tam anlaşılma oranları artmıştır. Bunun yanında, fotosentez ve bitkilerde solunum kavramları farklı seviyelerdeki öğrenciler tarafından anlaşılmasında günlük hayatta kullanımı ile bilimsel anlamı değişen oranlarda baskınlık göstermektedir. Ortaokul seviyesinde kavramların günlük hayatta kullanımı ile ilgili anlamı ön plana çıkarırken, lise ve üniversite seviyelerinde giderek artan oranlarda bilimsel tanım ve okul bilgisi ön plandadır. Ayrıca, ortaokul seviyesindeki öğrenciler günlük hayat ile ilgili temel kavramdan olan fotosentez ve bitkilerde solunum gibi kavramlarda eksik ve yanlış anlamalara sahiptirler. Bu durum onların ileriki öğrenim yaşantılarında karşılaşacakları yeni kavramları anlamalarını zorlaştıracaktır ve yeni kavram yanlışlarına yol açacaktır. Dolayısıyla, öğrenim seviyesi yükseldikçe, kavram yanlışları çeşitlenebilir

Öneriler

Fotosentez ve bitkilerde solunum ile ilgili olarak ortaokul, lise ve üniversite son sınıf öğrencilerinin anlama düzeylerinin ve kavram yanlışlarının belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada varılan sonuçlara dayanılarak aşağıdaki önerilerde bulunulabilir;

- Fotosentez ve bitkilerde solunum ile ilgili olarak gelecekte yapılacak

olan çalışmalar için, öğretmenlerin örneklem grubu içerisine dahil edilmesi önerilmektedir.

- Öğrencilere fotosentez ve bitkilerde solunum ile ilgili kavramlar anlatılırken benzer örnekler üzerinde kavramların öğretilmesi yerine farklı örnekler üzerinde konular işlenmelidir. Böylece öğrencilerin tek bir örnek üzerinde bilgilerini yapılandırmaya çalışmaları ve diğer uygulamalarda da sadece bir tek örneği temel alma özelliklerinin önüne geçilebilir.
- Fotosentez ve bitkilerde solunum ile ilgili öncelikli kavramları öğrenim düzeyi de göz önüne alınarak ve süreklilik arz edecek şekilde planlanmalı ve günlük hayattaki bilgiyle bilimsel bilgi arasındaki kilometre taşları belirlenmelidir.

Kaynaklar

- Abraham., M.R., Gryzyboeski, E.B., Renner, J.W. ve Marek, A.E. (1992). Understanding and Misunderstanding Eighth Graders of Five Chemistry Concepts Found in Textbooks, *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 105-120.
- Akpınar, E. (2006). Fen öğretiminde soyut kavramların yapılandırılmasında bilgisayar desteği: yaşamımızı yönlendiren elektrik ünitesi. Yayınlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Bacanak, A., Küçük, M. ve Çepni, S. (2004). İlköğretim öğrencilerinin fotosentez ve solunum konularındaki kavram yanlışlarının belirlenmesi: Trabzon örnekleme. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17, 67-80.
- Büyüköztürk, Ş. (2010). Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı. Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Canal, P. (1999). Photosynthesis and inverse respiration' in plants: an inevitable misconceptions? *International Journal of Science Education* 21 (4), 363-371.
- Çapa, Y. (2000). An analysis of 9 th grade student's misconceptions concerning photosynthesis and respiration in plants. Yayınlanmamış Yüksek Lisans tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Çepni, S. (2012). Araştırma ve proje çalışmalarına giriş. Trabzon: Celepler Matbaacılık.
- Çetin, G. ve Ertepinar, H. (2004). *Yedinci ve dokuzuncu sınıf öğrencilerinin bazı ekoloji kavramlarını anlama düzeylerinin karşılaştırılması*. VI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sunulan bildiri, Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi, İstanbul.
- Çokadar, H. (2012). Photosynthesis and respiration processes: Prospective teachers' conception levels. *Education and Science*, 37 (164), 81-93.
- Dekkers, P.J.M. and Thijs, G.D. (1998). Making Productive Use of Student' Initial Conceptions in Developing the Concept of Force, *Science Education*, 82, 31-51.
- Finley, N. F., and Yaroch W. L. (1982). Teachers' perceptions of important and difficult science concepts. *Science Education*, 66 (4), 531-538.
- Ginns, I.S. ve Watters, J.J. (1995). An Analysis of Scientific Understandings of Preservice Elementary Teacher Education Students, *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 2, 205-222.
- Güneş, T., Dilek, N. Ş., Hoplan, M. ve Güneş, O. (2012). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinde fotosentez ve solunum konusunda oluşan kavram yanlışları. *Dünya'daki Eğitim ve Öğretim Çalışmaları Dergisi*, (1), 42-47.
- Kılıç, D. ve Sağlam, N. (2004). Biyoloji eğitiminde kavram haritalarının öğrenme başarısına ve kalıcılığına etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 155-164.
- Köse, S., Ayas A. ve Taş, E. (2003). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarında Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Konularında Görülen Kavram Yanlışlarının Giderilmesinde Kavram Değişim Metinlerinin Etkisi, *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14, 106-112.
- Köse, S., Gezer, K., Durkan, N. ve Erol, G. H. (2005). Çizim yöntemi kavram yanlışlarının belirlenmesinde ne kadar etkili?, XIV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, 864-866.
- Köse, S. and Uşak, M. (2006). Determination of prospective science teachers' misconceptions: photosynthesis and respiration in plants. *International Journal of Environmental and Science Education*, 1(1), 25-52.
- Klymkowsky, M. W. and Doxas, K. G. (2008). Recognizing student misconceptions through ed's tools and the biology concept inventory. *Plos Biology*, 6(1), 14-17.
- Mason, L., and Boscolo P. (2000). Writing and conceptual change. What changes? *Instructional Science* 2, 199-226.
- Mikkila, M. (2001). Improving conceptual change concerning photosynthesis through text

- design. *Learning and Instruction*, 11, 241-257.
- Osborne, R.J. and Freyberg, P. (1985). *Learning in Science: The Implications of Children's Science*, Hong Kong: Heinemann.
- Osborne, R.J. and Wittrock, M.C. (1983). *Learning Science: A Generative Process*. *Science Education*, 67,4, 489-508.
- Ören, F., Karatekin, P., Erdem, Ş ve Ormancı, Ü. (2012). Öğretmen Adaylarının Bitkilerde Solunum-Fotosentez Konusundaki Bilgi Düzeylerinin Kavram Karikatürleriyle Belirlenmesi ve Farklı Değişkenlere Göre Analizi, *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD) Cilt 13, Sayı 3*, 155-174.
- Özay Köse, E., Pekel, O., ve Hasenekoğlu, İ. (2009). Misconceptions and alternative concepts in biology textbooks: Photosynthesis and respiration. *Journal of Science Education*, 10(2), 91-93.
- Özay, E. (2008). Mitoz-mayoz konusunun öğretiminde kavramsal değişim metinlerinin kullanılmasının öğrenci başarısına etkisi. *Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20, 211-220.
- Özkan, Ö., Tekkaya, C. ve Geban, Ö. (2004). Facilitating Conceptual Change in Students Understanding of Ecological Concepts. *Journal of Science Education and Technology*, 13 (1), 95–105.
- Palmer, D. (1999). Exploring The Link Between Student' Scientific and Nonscientific Conceptions. *Science Education*, 83, 639-653.
- Palmer, D. (2001). Students' Alternative Conceptions and Scientifically Acceptable Conceptions About Gravity. *International Journal of Science Education*, 23, 7, 691-706.
- Schulte, P. L. (2001). Pre Service Primary Teacher Alternative Conceptions in Science and Attitudes Toward Teaching Science, Unpublished Doctoral Dissertation, New Orleans University, New Orleans.
- Şaşmaz-Ören, F., Ormancı, Ü., Erdem, Ş. ve Karatekin, P. (2010). Kavram karikatürlerinin farklı bir kullanım alanı: ilköğretim öğrencilerinin bitkilerde solunum ve fotosentez konusuna ilişkin bilgi düzeylerini belirleme çalışması. IX. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, İzmir.
- Tekkaya, C. ve Balcı, S. (2003). Öğrencilerin fotosentez ve bitkilerde solunum konularındaki kavram yanlışlarının saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 101-107.
- Töman, U. ve Odabaşı, O.S. (2013). Enerji Kaynakları Ve Enerji Depolanması Kavramlarının Farklı Öğrenim Seviyelerinde Öğrenilme Durumunun Araştırılması. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 47-68.
- Töman, U. ve Odabaşı, O.S. (2012). Enerji Dönüşümü Kavramının Farklı Öğrenim Seviyelerinde Öğrenilme Durumunun Araştırılması. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14 (2), 289-312.
- Yılmaz, Ö., Tekkaya, C., Geban, Ö. ve Özden, Y. (1999). Lise 1. Sınıf Öğrencilerinin Hücre Bölünmesi Ünitesindeki Kavram Yanlışlarının Tespiti ve Giderilmesi. III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, MEB, ÖYGM.