

## ÖĞRENCİLERİN FOTOSENTEZ VE BİTKİLERDE SOLUNUM KONULARINDAKİ KAVRAM YANILGILARININ SAPTANMASI

### DETERMINATION OF STUDENTS' MISCONCEPTIONS CONCERNING PHOTOSYNTHESIS AND RESPIRATION IN PLANTS

Ceren TEKKAYA\*, Sibel BALCI\*\*

**ÖZET:** Bu çalışmanın amacı lise öğrencilerinin fotosentez ve bitkilerde solunum konularında sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemektir. Çalışmaya 63'ü lise 1, 67'si lise 2 ve 68'i lise 3 olmak üzere toplam 198 öğrenci katılmıştır. Öğrencilerin konu ile ilgili kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla açık uçlu, doğru-yanlış ve çoktan seçmeli sorulardan oluşan "Fotosentez Kavram Testi" geliştirilmiştir. Sonuçlar, öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun fotosentezin bir gaz değişim işlemi olduğu, fotosentez sonucunda enerji üretildiği, bitkinin besinini topraktan aldığı, bitkilerin sadece geceleri solunum yaptığı ve fotosentezin solunumun tersi olduğu gibi bilimsel olarak kabul edilmeyen düşüncelere sahip olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Sözcükler:** fotosentez, kavram yanlışları, fotosentez kavram testi.

**ABSTRACT:** In this study a cross-age study was conducted to investigate high school students' understanding of photosynthesis and respiration in plants. A total of 198 students, 63 from ninth grade, 67 from tenth grade, and 68 from eleventh grade, was participated in the study. Students' misconceptions were identified by using Photosynthesis Concept Test, including open-ended, true-false and multiple choice type questions. Results revealed that most of the participants held misconceptions related to the concept under investigation, such as "photosynthesis is a gas exchange process", "photosynthesis is an energy producing process", "plants take their food from the soil", "plants respire only at night" and "photosynthesis is the reverse of respiration".

**Keywords:** photosynthesis, misconception, photosynthesis concept test.

## 1. GİRİŞ

Öğrenciler, fen kavramlarıyla ilgili değişik deneyim, fikir ve inanışlara sahip olarak eğitim-

lerine başlar. Çoğunlukla öğrencilerin kendi kendilerine deneyimleri sonucu edindikleri bilgiler genellikle bilimsellikten uzak olup kavram yanlışlığı olarak adlandırılır. Diğer bir deyişle, kavram yanlışları öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilen kavramlara alternatif olarak geliştirdikleri kavramlardır. Öğrencilerin deneyimleri sonucu edindikleri bu alternatif kavramlar yeni konuların anlaşılmasında zorluk yaratmakta ve anlamlı öğrenmeyi önemli ölçüde engellemektedir. Anlamlı öğrenme, öğrencilerin yeni öğrendikleri kavramlar ile daha önce sahip olduğu kavramlar arasında doğru bir ilişki kurdukları zaman gerçekleşmektedir. Böylece öğretimle gelen yeni bilgi, var olan eski bilgilerle ilişkili hale getirilip konu hakkındaki bilgi birikimi geliştirilmektedir. Çalışmalar, kavram yanlışlarının kalıcı ve yaygın olmasından dolayı geleneksel öğretim yöntemleri ile giderilmesinin güç olduğunu aynı zamanda öğrencinin doğru kavramları geliştirmesinde de yeterli olmadığını göstermiştir.

Fotosentez konusu biyoloji öğretim programının önemli ve kavraması güç olan konuları arasında yer almaktadır (Finley, Stewart, and Yarroach, 1982). Bu nedenle bu konunun anlamlı bir şekilde kavranmasında yaşanan zorluklar, öğrencilerde kavram yanlışlarının doğmasına neden olmaktadır. Öğrencilerin fotosentez konusundaki kavram yanlışları değişik ülkelerdeki bir çok araştırmacı tarafından incelenmiş ve öğrencilerin eğitimleri boyunca bu konuda kavram yanlışlarına sahip olduğu saptanmıştır (Bell 1985; Wandersee 1985; Haslam ve Tre-

\* Yrd. Doç. Dr., Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İlköğretim Bölümü

\*\* Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ortaöğretim Fen ve Matematik Eğitimi Bölümü

agust 1987; Eisen ve Stavy 1988; Anderson, Sheldon, ve Dubay 1990; Waheed ve Lucas 1992; Smith ve diğerleri, 1993; Amir ve Tamir, 1994; 1995; Hazel ve Prosser, 1994; Canal, 1999; Mason ve Boscolo, 2000; Çapa, 2000; Mikkila, 2001). Bell 1985 yılında yaptığı bir çalışmada öğrencilerin en çok bitkinin besinini; fotosentez olayında klorofilin rolünü ve besin, sindirim ve enerji arasındaki ilişkiyi anlamada zorlandığını belirtmiştir. Bu bağlamda öğrencilerin kavram yanlışlarının ve bu yanlışların nedenlerinin saptanması büyük önem taşımaktadır.

## 2. YÖNTEM

Çalışmanın amacı lise öğrencilerinin fotosentez ve bitkilerde solunum konularındaki kavram yanlışlarını saptamaktır. Bu konunun seçilmesindeki neden, fotosentez konusunun ilköğretimin birinci kademesinden başlayarak 11. sınıfa gelinceye kadar her kademe okutulması, biyoloji öğretim programında yer alan diğer konularla olduğu kadar fizik ve kimya konuları ile de ilişkili olmasıdır.

### 2.1. Örneklem

Çalışmaya 63'ü lise 1, 67'si lise 2 ve 68'i lise 3 öğrencisi olmak üzere toplam 198 öğrenci katılmıştır.

### 2.2. Veri Toplama Aracı

Araştırmada kullanılan test ilgili kaynakça taranarak oluşturulmuştur. Bu test altı açık uçlu, onbir doğru-yanlış ve sekiz çoktan seçmeli soru içermekte olup öğrencilerin hem fotosentez ve bitkilerde solunum konusunu ne derece anladıklarını ölçmek hem de kavram yanlışlarını saptamak üzere tasarlanmıştır.

## 3. BULGU VE YORUMLAR

Fotosentez konusunun ilköğretimin birinci kademesinden başlayarak öğretilmesine rağmen, bu araştırmanın sonuçları öğrencilerin fotosentez ile ilgili temel kavramları anlamlı bir şekilde öğrenemediğini ve birçok kavram yanlışına sahip olduğunu göstermektedir (Tablo 1).

Örneğin, “fotosentez nedir?” sorusuna verilen yanıtlardan, öğrencilerinin fotosentez ile bitkinin kendi besinini kendi üretmesi arasında bir ilişki olduğunu anladıkları ancak besinin nasıl üretildiği ve bu besinin ne olduğu hakkında eksik ve doğru olmayan bilgilere sahip oldukları saptanmıştır. Bazı öğrencilere göre fotosentez bitkilerin,

- glikozu, güneş ışığını, klorofili ve karbon dioksiti kullanarak bunları besine çevirmezdir.
- güneş ışığı, CO<sub>2</sub> ve gerekli besinlerle kendi besinini yapmasıdır.
- güneş ışığı yardımıyla beslenmesidir.
- yemek yapmasıdır.
- güneş ışığını besine çevirmesidir.

Bu sonuçlar öğrencilerin glikoz ve besin kavramlarını farklı olarak algıladıklarını göstermektedir. Dolayısıyla su, mineral ve gübre gibi dışarıdan alınan maddeler bitkinin besini olarak tanımlanmakta ve bitkilerin besinini topraktan aldığı yargısına varılmaktadır (Tablo 1). Öğrencilerin “bitkinin besini nedir?” sorusuna verdikleri yanıtlar şöyle sıralanabilir:

- bitkinin besini topraktır çünkü bitki suyu ve mineralleri topraktan alır.
- inorganik maddeler bitkinin besinidir.

Bu öğrenciler bitkilerin de hayvanlar gibi çevresinden aldığı maddelerle beslediklerini düşünmektedir. Öğrenciler arasında yaygın olan bu görüş, bitkilerin kendi besinini kendisinin üretmesi kavramının anlaşılmasını büyük ölçüde engellemektedir. Bu nedenle konunun öğretilmesi sırasında bitki ve hayvanların beslenmesi arasındaki farkın vurgulanması bu kavramların daha iyi anlaşılmasında yarar sağlayacaktır. Bu sonuçlardan öğrencilerin bitkilerin üretici olduğunu bilmekle beraber ne ürettiklerinin farkında olmadıkları anlaşılmaktadır.

**Tablo 1.** Lise Öğrencilerinin Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Konularındaki Ortak Kavram Yanılgıları

Kavram Yanılgıları
<b>Fotosentezin Tanımı</b>
Fotosentez yeşil bitkilerin solunumudur.
Fotosentez bitkilerin oksijen kullanarak yaptığı solunumdur.
Fotosentez bitkilerin karbon dioksit kullanarak yaptığı solunumdur.
Yeşil bitkiler fotosentez yolu ile güneş ışığını besine çevirir.
Yeşil bitkiler fotosentez yaparak su ve karbon dioksiti oksijene çevirir.
Bitkiler fotosentez yoluyla oksijeni karbon dioksite çevirir.
Bitkiler fotosentez yoluyla karbon dioksiti oksijene çevirir
Fotosentez bitkilerin enerji ürettiği bir işlemdir.
Fotosentez bitkilerin oksijen alarak besinlerini ürettiği bir işlemdir.
Fotosentez bir gaz değişim işlemidir.
Fotosentez besin transferidir.
Fotosentez bitkinin CO <sub>2</sub> ve güneş ışığını kullanarak, su ve besin üretmesidir. Besini yer, suyu içer.
Bitkiler suyu, oksijeni, ışığı ve topraktan aldıkları maddeleri fotosentez yaparak enerjiye ve karbon dioksite çevirir.
Fotosentezin yeşil bitkiler için en önemli faydası enerji üretimidir, çünkü fotosentez bitkinin gelişmesi için gereken enerjiyi sağlar.
Fotosentez sonucunda karbon dioksit, yeşil yapraklar, ve klorofil üretilir.
<b>Bitkinin Besini</b>
Bitkinin besini topraktır.
Mineraller, su, karbon dioksit, ışık enerjisi ve güneş bitkinin besinidir
İnorganik moleküller bitkinin besinidir.
Amino asitler ve azot bitkinin besinidir.
Gübre bitkinin besinidir.
<b>Bitkilerde Solunum</b>
Bitkiler, geceleri ışık enerjisi olmadığı zaman solunum yapar.
Bitkiler gündüzleri fotosentez, geceleri ışık enerjisi olmadığı zaman solunum yapar.
Bitkiler gündüzleri solunum yaparken karbon dioksit alır ve oksijen verir; geceleri ise oksijen alıp karbon dioksit verir.
Bitkiler gündüzleri oksijen alıp karbon dioksit vererek solunum yapar.
Solunum bir gaz değişim işlemidir.
Bitkiler güneş ışığı olduğu zaman solunum yapar.
Bitkiler solunum yapmaz.
Bitkiler çoğunlukla gündüzleri solunum yapar.
Fotosentez bitkilerin gündüz yaptığı solunumdur. Güneş enerjisi olmadığı zaman işlem tersine döner
Bitkilerde solunum yapraklarda gerçekleşir çünkü sadece yapraklar gaz değişimi için gerekli olan gözeneklere (stoma) sahiptir.
Fotosentez ve solunum bir birinin tersi işlemlerdir.

Öğrencilerin anlamada zorlandıkları diğer bir kavram ise fotosentezin amacıdır. Öğrencilerin büyük bir kısmı fotosentezi bir gaz değişim işlemi olarak algılamaktadır. Öğrencilerin konu ile ilgili fikirleri aşağıda verilmiştir: Fotosentez,

- yeşil bitkilerin atmosferdeki dengeyi (canlıların yaşam dengesini) sağlayabilmek için oksijen üretmeleridir. Bu oksijende diğer canlılar tarafından yaşam kaynağı olarak kullanılır.
- bitkilerin CO<sub>2</sub> alıp, O<sub>2</sub> vererek solunum görevini yerine getirmesidir.
- yeşil bitkilerin solunum yapmasıdır.
- yeşil bitkilerin aydınlık ortamda su, mineraller ve CO<sub>2</sub> alarak bunları oksijene çevirmesidir. Karanlık ortamda oksijen alınıp CO<sub>2</sub> verilir.
- bitkilerin güneş ışığını gördüklerinde aldıkları karbon dioksiti oksijen olarak açığa çıkarmasıdır.
- bitkinin gün ışığında yaptığı solunumdur.
- bitkilerin yaptığı oksijenli solunumdur.

Bu sonuçlardan 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.

Öğrencilerin fotosentez kavramını nasıl algıladıkları yaş gruplarına göre incelenecek olursa, sınıflar ilerledikçe öğrencilerinin fotosentezin tanımına güneş ışığı, oksijen, karbon dioksit, su, klorofil ve besin gibi kavramların yanısıra, enerji değişimi, ışık enerjisinin kimyasal enerjiye çevrilmesi, glikoz, inorganik ve organik gibi kavramları, fotosentezin kimyasal bir reaksiyon olduğunu ve sadece yeşil bitkilerin değil bazı bakterilerin de fotosentez yaptıklarını ekledikleri saptanmıştır.

Öğrencilere ayrıca Mason and Boscolo (2000) tarafından 'transfer sorusu' olarak adlandırılan ve daha önce öğrendikleri bilgilerin foto-

sentez ile ilgili kavramları açıklamak için kullanabilmeye yeteneklerini ölçen bir soru sorulmuştur: Mantar bir bitki midir? Neden? Altmışüç lise 1 öğrencisinden sadece onüçü mantarın bir bitki olmadığını belirtmiştir. Fakat 13 öğrenciden sadece sekizi "fotosentez yapamaz ve besini üretmez" yanıtını vermiştir. Ancak mantarların "üretici" olmadıkları konusunda bir yorumda bulunmamışlardır. Altmışyedi Lise 2 öğrencisinin 50'si (%74) ve 68 lise 3 öğrencisinden 49'u (72%) soruyu doğru yanıtlarken nedenini bilenlerin sayısı lise 2'lerde 8, lise 3'lerde ise sadece 27'dir. Lise 3 öğrencileri diğer öğrencilerden farklı olarak soruyu açıklarken mantarların "heterotrof" canlılar olduğunu belirtmiştir.

Öğrencilerin yanıtları şöyle sıralanabilir: Mantar,

- bitkidir, fakat klorofili yoktur.
- bakteridir çünkü sporla çoğalır.
- renksiz bir bitkidir.
- bitkidir fotosentez yapar.
- bitkidir çünkü yapılarında bitki hücrelerinin yapıları görülür (Hücre duvarı gibi).
- tek hücreli bir hayvandır.

Çoğu lise 1 ve 2 öğrencisi, mantarları dış görünüşlerine (gövdesi ve kökü vardır, hareket edemez, toprakta yetişir), hücre yapılarına, klorofil içerip içermediğine ve üreme şekline göre gruplandırarak bitki olup olmadığına karar verirken, lise 3 öğrencileri beslenme şekillerini dikkate almıştır. Bu sonuçlar öğrencilerin daha önce edindikleri bilgileri yeni karşılaştıkları durumlara entegre etmekte zorlandıkları ve sahip oldukları yanlış kavramların yeni kavramların anlaşılmasını zorlaştırdığını göstermektedir.

Öğrencilerin kavram yanlışlığına sahip olduğu 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 yanıtını verenlerin ise bu konuda başka kavram yanlışlığına sahip olduğu saptanmıştır:

Bitkiler her zaman solunum yapar,

- fakat sabah CO<sub>2</sub> alır O<sub>2</sub> verir, akşamları da O<sub>2</sub> alıp CO<sub>2</sub> verir.
- akşamları CO<sub>2</sub>, sabahları O<sub>2</sub> açığa çıkarırlar.
- geceleri CO<sub>2</sub> alıp O<sub>2</sub> verir, gündüzleri ise O<sub>2</sub> alıp CO<sub>2</sub> verir.
- çünkü hava almayan çiçek yaşayamaz.
- gündüz insanlarınkinin tam tersini, gece ise insanlarınkinin aynısını yaparlar.
- geceleri karbon dioksitli, gündüzleri oksijenli solunum yaparlar.
- ama karanlıkta fotosentez yapmadığından solunum o zaman meydana geliyormuş gibi olur.

Bitkiler solunum yapar diyenlerin büyük bir çoğunluğu bitkilerin geceleri solunum yaptığı görüşünde birleşmişlerdir. Bazı yanıtlar şöyle sıralanabilir:

Bitkiler,

- karanlık ortamlarda solunum yapar.
- geceleri solunum yapar, O<sub>2</sub> alıp CO<sub>2</sub> verir. Bu yüzden çiçeklerin kapalı ortamlarda bulunması sakıncalı olabilir (örneğin yatak odalarında).
- geceleri solunum yapar. Gün ışığı olduğu zaman fotosentez yapar.
- geceleri fotosentez yapmadığı zamanlarda solunum yapar.
- sabaha karşı solunum yapar.

Diğer yanıtlar ise şöyledir:

- bitkiler karbon dioksit ihtiyacı olduğu zaman solunum yapar.
- bitkiler güneş olduğu zaman, sabahları solunum yapar.
- bitkiler belli zamanlarda solunum yapar.
- bitkinin çeşidine, özelliklerine ve mevsimlere göre değişir.
- bitkiler genelde geceleri solunum yapar.
- bitkiler solunum yapmaz. Onlar oksijen üretir.
- bitkilerin solunumu fotosentezdir.
- solunum sırasında oksijen alınıp karbon di-

oksit verilir cümlesi sadece hayvanlar için geçerlidir.

Bu yanıtlar her seviyedeki öğrencilerin fotosentez ve solunumun aynı anda olamayacağı, bitkilerde ve insanlardaki (hayvanlar) solunumun birbirinden farklı olduğu, bitkilerin karbon dioksit alıp oksijen vererek solunum yaptığı, solunumun oksijenin alınıp karbondioksitin verildiği bir gaz değişim işlemi olduğu ve bitkilerin geceleri solunum yaptığı gibi yanlış bilgilere sahip olduğunu göstermektedir. Bu çalışma öğrencilerin solunum konusunu da yeterince anlamadıklarını ortaya koymaktadır (Tablo 1). Ayrıca birçok öğrenci yapraklarda gaz değişim işleminin gerçekleştiği gözeneklerin bulunmasından dolayı bitkilerdeki solunumun yapraklarda gerçekleştiği kanısına varmıştır (Tablo 2). Solunumun amacının enerji üretmek olduğu ve solunumun hücrelerde gerçekleştiği çok az öğrenci tarafından anlaşılmıştır. Öğrencilerin bu konudaki kavram yanılgılarının en önemli nedenlerinden biri ders kitaplarıdır. Bazı kitaplar “yaprak bitkinin solunum organıdır. Gözenek adı verilen deliklerden oksijen alıp karbon dioksit vererek bitkinin solunum yapmasını sağlar,” “Besin yapma, solunumun tersi bir olaydır. Solunumda oksijen tüketilip karbon dioksit üretilirken, besin yapmada karbon dioksit tüketilip oksijen üretilir.” gibi bilimsel görüşlerle bağdaşmayan cümleler içermektedir. Bunun yanı sıra bazı kitaplarda fotosentez ve solunum konuları tablolar halinde karşılaştırılmaktadır. Bu tür yaklaşımlar kavram yanılgılarının oluşmasına neden olmaktadır.

Tablo 2’den de görüldüğü gibi bir üst sınıfa geçildiğinde doğru cevap sayısı artmakta ve kavram yanılgıları azalmaktadır. Önceki dönemlerde alınan derslerin kavramların anlamlı bir şekilde öğrenilmesinde etkili olmasına karşın öğrenciler arasında yaygın olan bitkilerin gece solunum yapması, bitkinin besinini topraktan alması, gibi bazı kavram yanılgıları her seviyedeki öğrencide büyük oranda devam etmektedir.

**Tablo 2.** Öğrencilerde Saptanan Kavram Yanılgılarının Yaş Gruplarına Göre Dağılımı (%)

Kavram yanılgıları	Lise 1	Lise 2	Lise 3
Solunum oksijenin alınıp karbon dioksitin verildiği bir gaz değişim işlemidir	87.3	85	82
CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, gübre ve mineraller bitkinin besinidir	71.4	58.2	50
Bitkiler sadece geceleri solunum yapar	55.5	45.3	22.1
Sadece yeşil bitkiler fotosentez yapar	92.1	92.5	54.4
Fotosentez sonunda karbondioksit oksijene çevrilir	89.9	94	80.9
Fotosentez bitkinin solunumudur	77.8	12	5.9
Fotosentez ve solunum birbirinin tersidir	71.5	71.6	72
Fotosentez sonunda enerji üretilir	92.1	71.6	72
Bitkilerde solunum yapraklarda gerçekleşir çünkü sadece yapraklar gaz değişimi için gerekli olan gözeneklere (stoma) sahiptir	78.1	61.2	41.1

Sonuç olarak diyebiliriz ki, sınıf düzeyi ne olursa olsun fotosentez ve bitkilerde solunum konusundaki bazı kavram yanılgılarının öğrenciler arasında yaygın ve kalıcı olmakta ve kolaylıkla giderilememektedir (Tablo 2).

#### 4. TARTIŞMA

Bu çalışmada değişik sınıfta okuyan lise öğrencilerinin fotosentez ve bitkilerde solunum konularındaki kavram yanılgıları saptanmıştır. Çalışma sonucu saptanan “bitkiler besinini toprak alır”, “bitkiler geceleri solunum yapar”, “fotosentez bir gaz değişim işlemidir” ve “fotosentez sonunda enerji üretilir” gibi kavram yanılgıları, yurt dışında yapılan çalışmalarla belirlenen kavram yanılgıları ile benzerlik göstermektedir. Bu da kavram yanılgılarının öğrenciler arasında ne kadar yaygın olduğunu, yaş ve ülke farkı gözetmeksizin değişmediğini kanıtlamaktadır.

Saptanan kavram yanılgılarının nedenlerinden biri bilimsel anlamda kullanılan dil ile günlük yaşamda kullanılan dilin birbirinden farklı olmasıdır. Bu duruma örnek olarak “solunum” ve “nefes alıp verme” gibi kavramları gösterebiliriz Solunum günlük hayatta nefes alıp verme ile aynı anlamda kullanılmaktadır. Öğrencilerin %80’inden fazlası solunumu bir gaz değişim işlemi olarak tanımlamaktadır (Tablo 2). Diğer bir neden ise öğrencilerin günlük hayatlarında edindikleri deneyimleridir. Örneğin, bitkiler besinini

toprakten alır, bitkiler geceleri solunum yapar, yatak odalarında çiçek bulundurulmamalıdır, gübre bitkinin besinidir gibi bilimsel olmayan fikirler öğrencilerin günlük yaşamlarında edindikleri tecrübelerden kaynaklanmaktadır. Lise 1 öğrencilerinin yaklaşık %70’i, lise 2 öğrencilerinin %58.2’si ve lise 3 öğrencilerinin %50’si bitkinin besinini karbon dioksit, gübre ve mineraller olarak tanımlamaktadır. Bitkilerin geceleri solunum yaptığı görüşü ise lise 1 öğrencilerinin %55.5’i, lise 2 öğrencilerinin %45.3’ü ve lise 3 öğrencilerinin %22’si tarafından paylaşılmaktadır.

Diğer taraftan, ünitelerin birbirleriyle yakından ilişkili olması öğrencilerde var olan kavram yanılgılarının bir başka nedenidir. Konuları birbirleriyle doğru olarak ilişkilendiremeyen öğrenciler, bazı temel kavramları anlamakta zorlanmaktadır. Dolayısıyla ders kitapları bu açıdan tekrar değerlendirilmeli ve konular arası bütünlük sağlanmalıdır. Biyolojide bir çok kavram birbiriyle yakından ilişkilidir. Bir konunun anlaşılması başka bir konunun öğrenilmesinde etkili olmaktadır. Bundan dolayı konular arasındaki bütünlüğün sağlanamaması bir sonraki konunun anlaşılmasını önemli ölçüde engellemektedir. Waheed ve Lucas (1992), fotosentezin kavranması zor bir konu olduğunu, ekolojik, biyokimyasal, anatomik-fizyolojik ve enerji değişimi gibi boyutlar içerdiğini ve herbir boyutun

birbiriyle ilişkili birçok kavramdan oluştuğunu vurgulamıştır. Eisen ve Stavy (1998), fotosentez konusunda yer alan kavramların anlaşılmasının ekosistemlerde yer alan organizmaların arasındaki ilişkinin de anlaşılmasını kolaylaştırdığını belirtmiştir. Örneğin, fotosentez konusunun öğrenilmesi öğrencilerin üreticiler ve tüketiciler, madde çevrimi gibi konuları iyi bir şekilde anlamasına bağlıdır. Ayrıca fotosentez konusunun anlamlı öğrenilmesi besin zinciri ve besin ağı konusunda yer alan kavramların da daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır. Buna ek olarak, fotosentez konusu fizik ve özellikle kimya derslerinde yer alan konularla yakından ilişkilidir. Öğrenciler, fotosentez konusu işlenmeden önce kimyasal reaksiyonlar, enerji, organik ve inorganik moleküller konusunda bilgi sahibi olmalıdır.

Öğretim teknikleri öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgılarını düzeltmediği sürece yeni kavram yanılgılarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bundan dolayı kavram yanılgıları geleneksel metotların dışındaki değişik öğretim metotları kullanılarak giderilmeye çalışılmalıdır. Öğrencilerin ilgi ve motivasyonunu artırmak için öğretim metotları öğrencilerin günlük hayatları ile ilişkilendirilmelidir. Son yıllarda ülkemizde de yapılan çalışmalar, kavram haritaları ve kavramsal değişim metotlarının kavram yanılgılarının giderilmesinde etkili öğretim yöntemleri olduğunu göstermektedir. Smith ve diğerleri (1993) ve Mikkilä (2001) tarafından yapılan araştırmalar kavramsal değişim yaklaşımının fotosentez konusunun öğrenilmesinde etkili olduğunu göstermiştir.

## REFERENCES

- Amir, R. ve 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, 94-100.
- Amir, R. ve Tamir P. (1995). Proposition generating task (PGT): A measure of meaningful and of conceptual change. *Journal of Biological Education* 29(2), 111-119.
- Anderson, C. W., Sheldon, T. H. ve 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.
- Aşçı, Z. Özkan, Ş ve Tekkaya, C., (2001). Students' misconceptions about respiration: a cross-age study". *Eğitim ve Bilim* 120 (26), 29-36.
- Bell, B. 1985. Students' ideas about plant nutrition: What are they? *Journal of Biological Education*, 19, 213-218.
- 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<sup>th</sup> grade student's misconceptions concerning photosynthesis and respiration in plants*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara
- Eisen, Y. ve Stavy R. (1988). Students' understanding of photosynthesis". *The American Biology Teacher* 50(4), 209-212.
- Finley, N. F., and Yaroch W. L. (1982). Teachers' perceptions of important and difficult science concepts. *Science Education*, 66(4), 531-538.
- Haslam, F. & 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.
- Hazel, E., ve Prosser M. (1994). First-year university students' understanding of photosynthesis, their study strategies and learning context. *The American Biology Teacher*, 56(5), 274-279.
- Mason, L., ve Boscolo P. (2000). Writing and conceptual change. What changes? *Instructional Science* 2, 199-226.
- Mikkilä, M. (2001). Improving conceptual change concerning photosynthesis through text design. *Learning and Instruction*, 11, 241-257.
- Smith, L. E., Blakessie, T. D., ve Anderson C. W. (1993). Teaching strategies associated with conceptual change in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(2), 111-126.
- Waheed, T. ve Lucas A. M. (1992). Understanding interrelated topics: Photosynthesis at age 14. *Journal of Biological Education*, 26(3), 193-200.
- Wandersee, J. H. (1985). Can history of science help science educators anticipate students' misconceptions? *Journal of Research in Science Teaching*, 23(7), 581-597.