



**FOTOSENTEZ KONUSUNDA İKİ AŞAMALI
TEŞHİS TESTİ GELİŞTİRİLMESİ VE
GEÇERLİLİK ÇALIŞMASI**

Emine Hazel GÜRLEK

Yüksek Lisans Tezi

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

2019

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
BİYOLOJİ EĞİTİMİ

**FOTOSENTEZ KONUSUNDA İKİ AŞAMALI TEŞHİS TESTİ GELİŞTİRİLMESİ VE
GEÇERLİLİK ÇALIŞMASI**

(Development of a Two Tier Diagnostic Tests on Photosynthesis and Validity Study)

YÜKSEK LİSANS TEZ ÖNERİSİ

Emine Hazel GÜRLEK

Danışman: Prof. Dr. Yavuz DEMİR

Erzurum

Ağustos, 2019

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Emine Hazel GÜRLEK tarafından hazırlanan “Fotosentez Konusunda İki Aşamalı Teşhis Testi Geliştirilmesi ve Geçerlilik Çalışması” başlıklı çalışması/...../2019 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Biyoloji Eğitimi Bilim Dalında yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Yaşar DEMİR



Danışman: Prof. Dr. Yavuz DEMİR



Jüri Üyesi: Dr. Öğrt. Üyesi. Emine Hatun DİKEN



Enstitü Yönetim Kurulunun

..../..../ 2019 tarih ve sayılı

kararı.

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

06 Ağustos 2019



Prof. Dr. Mustafa SÖZBİLİR

Enstitü Müdürü

ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Fotosentez Konusunda İki Aşamalı Teşhis Testi Geliştirilmesi ve Geçerlilik Çalışması” başlıklı çalışmanın tarafımdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını ve yararlandığım eserleri kaynakçada gösterdiğimi beyan ederim.

.05/.08/2019


Emine Hazel GÜRLEK

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/....../ 2019 tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun/....../ 2019 tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam süresince bilgi ve desteğini esirgemeyerek, bana yol gösteren kıymetli hocam ve tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Yavuz Demir’e, teşekkürlerimi sunarım. Çalışmamın başlangıcında tüm nezaketi ile çalışmalarına ulaşmamı sağlayarak yolumu aydınlatan Curtin University of Technology öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. David Treagust’a çok teşekkür ederim (Ek-1). Çalışmamın uygulama aşamasını mümkün kılan Kayseri İl Milli Eğitim Müdürlüğü’ne, uygulamalar sırasında desteğini esirgemeyen Kayseri Nuh Mehmet Küçükçalık Anadolu Lisesi, Kayseri Fatma-Kemal Timuçin Anadolu Lisesi ve Kayseri Fevzi Çakmak Anadolu Lisesi öğretmen ve idarecilerine, hayatımın her anında desteğini ve sevgisini esirgemeyen aileme ve eşime teşekkürlerimi sunarım.

Emine Hazel GÜRLEK

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FOTOSENTEZ KONUSUNDA İKİ AŞAMALI TEŞHİS TESTİ GELİŞTİRİLMESİ VE GEÇERLİLİK ÇALIŞMASI

Emine Hazel GÜRLEK

Temmuz 2019, 99 sayfa

Amaç: Çalışmada lise öğrencilerinin fotosentez konusundaki kavramları anlama düzeylerini ve olası kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik; geçerliliği ve güvenilirliği yüksek iki aşamalı bir teşhis testi geliştirmek amaçlanmıştır.

Yöntem: Çalışmada nicel araştırma yöntemlerinden kesitsel tarama araştırması uygulanmıştır. Veri toplama aracı olarak 16 maddeden oluşan iki aşamalı fotosentez teşhis testi geliştirilmiştir. Çalışma grubunu 2018-2019 eğitim-öğretim yılında Kayseri ilinde üç okulda 12. sınıfta öğrenim gören toplam 240 öğrenci oluşturmaktadır.

Bulgular: Uygulamadan elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Çalışmanın geçerliliği uzman görüşleri ile sağlanmış ve güvenilirliği Cronbach alpha yöntemi ile 0.81 olarak hesaplanmıştır. Madde analizi sonuçlarına göre testin ortalama güçlük değeri 0.55 ve ortalama ayırt edicilik indeksi (değeri) 0.60 olarak hesaplanmıştır. Fotosentez konusunda literatürde mevcut veya yeni toplam 38 kavram yanlışlığı tespit edilmiştir.

Sonuç: Çalışma sonucunda iki aşamalı bir test nasıl geliştirilir, geçerliliği ve güvenilirliği nasıl sağlanır soruları cevaplanmıştır. İki aşamalı testlerin kavram yanlışlarını belirleme konusunda diğer yöntemlere göre daha avantajlı olduğu görülmüştür. Fotosentez konusunda öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışları ve bilgi eksiklikleri tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: iki aşamalı teşhis testi, fotosentez, fotosentez teşhis testi, kavram yanlışlığı.

ABSTRACT

MASTER THESIS

DEVELOPMENT OF A TWO TIER DIAGNOSTIC TESTS ON PHOTOSYNTHESIS AND VALIDITY STUDY

Emine Hazel GÜRLEK

July 2019, 99 pages

Purpose: This study aimed to develop a two-tier diagnostic test with high-level validity and reliability to determine the level of comprehension and potential misconceptions of high school students about the concepts of photosynthesis.

Method: Cross-sectional research method of quantitative research methods were applied in this study. A two-tier photosynthesis diagnostic test consisting of 16 items was developed as a data collection tool. The study group consists of 240 students in 12th grade at three schools in Kayseri province during 2018-2019 academic year.

Findings: Data collected in this study was analyzed. The validity of the study was provided by expert opinions and the reliability was calculated as 0.81 by Cronbach alpha method. Mean of item discrimination index and mean of item difficulty index were calculated as 0.55 and 0.60 respectively according to the item analysis results. Total 38 misconceptions that there are new or old in the literature were determined about of photosynthesis.

Results: At the end of the study, the questions of how to develop a two-tier test and how to provide validity and reliability were answered. Two-tier tests were detected to be more advantageous than other methods in determining misconceptions. Students' misconceptions and lack of knowledge about photosynthesis were determined.

Keywords: two-tier test, photosynthesis, photosynthesis diagnostic test, misconception

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ.....	xii
BİRİNCİ BÖLÜM.....	1
Giriş	1
Problem Durumu	1
Problem	3
Çalışmanın amacı ve alt problemler.....	7
Araştırmanın Önemi.....	8
Varsayımlar	9
Sınırlılıklar	9
Tanımlar	9
İKİNCİ BÖLÜM	11
Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar	11
Kavram Nedir?	11
Kavram Yanılgısı Nedir?	11
Kavram Yanılgılarının Ortaya Çıkma Nedenleri	12
Kavram Yanılgılarının Karakteristik Özellikleri	13
Kavram Yanılgılarını Belirlemede Kullanılan Yöntemler	14
Fotosentez Temel Kavramları ve Fotosentez Kavram Yanılgıları.....	14
Fotosentez temel kavramları.	14
Fotosentez kavram yanılgıları.	16
İki Aşamalı Teşhis Testleri ve Avantajları.....	20
İki Aşamalı Test Nasıl Geliştirilir?	22
İki Aşamalı Testlerin Değerlendirilmesi	23

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	25
Yöntem	25
Araştırma Yöntemi/ Deseni/ Modeli.....	25
Çalışma Grubu	25
Veri Toplama Teknikleri/Araçları.....	25
İki Aşamalı Fotosentez Teşhis Testi Geliştirme Basamakları	26
Konuyla ilgili önermelerin belirlenmesi.	26
Konuyla ilgili kavram haritasının geliştirilmesi.....	28
Bilgi önermelerinin haritaya dâhil edilmesi.	28
Kapsam geçerliliğinin sağlanması.....	28
Literatür incelemesi.....	29
Yapılandırılmamış öğrenci mülakatları.	29
Çoktan seçmeli test maddelerinin geliştirilmesi.	29
İki aşamalı teşhis testinin geliştirilmesi.	29
Belirtke tablosu oluşturulması.	30
Düzenlemelerin devamı.	30
Süreç/Uygulama.....	31
Veri Analizi.....	31
Araştırmacı Rolü	31
Geçerlilik ve Güvenilirlik	31
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM.....	33
Bulgular	33
Fotosentez Teşhis Testi (F.T.T.) Uygulaması.....	33
Fotosentez Teşhis Testi Değerlendirme Çalışmaları.....	33
Fotosentez Teşhis Testi Güvenilirlik ve Geçerlilik Çalışmaları	34
Güvenilirlik çalışmaları.....	34
Geçerlilik çalışmaları.	36
Fotosentez Teşhis Testi Test ve Madde Analiz Çalışmaları	40
Test analizi çalışmaları.....	40
Madde analizi çalışmaları.	41
Fotosentez Teşhis Testi Maddeleri Ve İlgili Analiz Çalışması.....	44
Madde 1 analiz bulguları.....	44
Madde 2 analiz bulguları.....	46
Madde 3 analiz bulguları.....	48
Madde 4 analiz bulguları.....	50

Madde 5 analiz bulguları.....	52
Madde 6 analiz bulguları.....	54
Madde 7 analiz bulguları.....	56
Madde 8 analiz bulguları.....	58
Madde 9 analiz bulguları.....	60
Madde 10 analiz bulguları.....	62
Madde 11 analiz bulguları.....	64
Madde 12 analiz bulguları.....	66
Madde 13 analiz bulguları.....	67
Madde 14 analiz bulguları.....	69
Madde 15 analiz bulguları.....	71
Madde 16 analiz bulguları.....	73
BEŞİNCİ BÖLÜM	75
Tartışma, Sonuç ve Öneriler.....	75
Tartışma ve Sonuç.....	75
Öneriler	76
KAYNAKÇA	78
EKLER	84
EK-1. Yazışmaya Ait Ekran Görüntüsü.....	84
ÖZ GEÇMİŞ.....	85

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. İki Aşamalı Test Çeşitleri	22
Tablo 2. İki Aşamalı Test Değerlendirme Kriterleri	23
Tablo 3. İki Aşamalı Fotosentez Teşhis Testi Belirtke Tablosu.....	30
Tablo 4. Uygulamaya Katılan Öğrencilere İlişkin Demografik Bilgiler.....	33
Tablo 5. İki Aşamalı Teşhis Testlerinin Puanlandırılmasında Kullanılan Değerlendirme Kriterleri ve Puanları.....	34
Tablo 6. F.T.T. Güvenilirlik Değeri (α).....	35
Tablo 7. Konu Başlıkları ve İlgili Soru Maddeleri.....	37
Tablo 8. Soru Kökünde Yer Alan Kavramlar ve Görülen Kavram Yanılgıları	37
Tablo 9. F.T.T. Üst ve Alt Gruptaki Öğrencilerin Okullara Göre Dağılım Frekansları	39
Tablo 10. F.T.T. Test Analizi Sonuçları	40
Tablo 11. F.T.T. 'deki Soruların Madde Güçlük İndeksleri	42
Tablo 12. F.T.T. 'deki Soruların Ayırt Edicilik İndeksleri	44
Tablo 13. Madde 1 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri	45
Tablo 14. Madde 1 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri	46
Tablo 15. Madde 2 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri	47
Tablo 16. Madde 2 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri	48
Tablo 17. Madde 3 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri	49
Tablo 18. Madde 3 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri	50
Tablo 19. Madde 4 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri	51
Tablo 20. Madde 4 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri	52
Tablo 21. Madde 5 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri	53
Tablo 22. Madde 5 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri	54
Tablo 23. Madde 6 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri	55
Tablo 24. Madde 6 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri	56
Tablo 25. Madde 7 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri	57
Tablo 26. Madde 7 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri	57
Tablo 27. Madde 8 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri	59
Tablo 28. Madde 8 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri	59
Tablo 29. Madde 9 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri	61
Tablo 30. Madde 9 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri	61
Tablo 31. Madde 10 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri	63
Tablo 32. Madde 10 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri	63

Tablo 33. <i>Madde 11 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri</i>	64
Tablo 34. <i>Madde 11 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri</i>	65
Tablo 35. <i>Madde 12 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri</i>	66
Tablo 36. <i>Madde 12 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri</i>	67
Tablo 37. <i>Madde 13 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri</i>	68
Tablo 38. <i>Madde 13 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri</i>	68
Tablo 39. <i>Madde 14 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri</i>	70
Tablo 40. <i>Madde 14 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri</i>	70
Tablo 41. <i>Madde 15 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri</i>	72
Tablo 42. <i>Madde 15 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri</i>	72
Tablo 43. <i>Madde 16 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri</i>	73
Tablo 44. <i>Madde 16 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri</i>	74

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Fotosentez kavram haritası.	28
Şekil 2. Öğrencilerin aldıkları toplam puanların büyükten küçüğe sıralaması ve belirlenen alt grup ve üst gruplar.	41



KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
N. M. K. A. L.	: Nuh Mehmet Küçükçalık Anadolu Lisesi
F. Ç. A. L	: Fevzi Çakmak Anadolu Lisesi
F. K. T. A. L	: Fatma Kemal Timuçin Anadolu Lisesi
F. T. T	: Fotosentez Teşhis Testi



BİRİNCİ BÖLÜM

Giriş

Bu bölümde problem durumu, araştırmaya ait problem ve alt problemler, araştırmanın amacı ve önemi, araştırmanın varsayımları, sınırlılıkları ve tanımlar yer almaktadır.

Problem Durumu

Bilim ve teknolojinin hemen her alanında gerçekleşen yenilikler ve keşifler hayatın her basamağında, yaşam şartlarını ve kalitesini değiştirmektedir. Teknolojideki gelişmeler özellikle bilgi alanında takip edilemez boyutlara ulaşmış; bilginin gücünü, miktarını ve niteliğini değiştirmiştir. Artık bilgi değişmez değil her an değişebilecek ve eskiyebilecek bir yapıdır. Günümüzde bilgiye ulaşmak, bilgiyi paylaşmak ve iletmek artık çok kolay ve hızlıdır. Yaşanan bu ilerlemeler toplumları da hızlı bir şekilde gelişmeye zorlamaktadır. Toplumun değişimi ise ancak eğitim ile gerçekleşebilir. Çünkü toplum ve eğitim birbirinden etkilenen ve birbirini tamamlayan iki kavramdır. Eğitim kavramı, toplum yaşamını belirli düzende tutması için toplum tarafından oluşturulmuştur. Değişim ve gelişime açık olan toplumlar ilk önce eğitime yönelir ve gerçekleştirmek istedikleri hedefler için eğitimin bir araç olduğunu bilirler (Aslan, 2001; Alpan-Bangir, 2008; Duruhan, Gürbüz Türk, Şan & Pepeler, 2014; Şahin, 2004).

Teknoloji ile birlikte; eğitim, öğretmen ve öğrenci gibi kavramların anlamları da değişmektedir. Yetişmekte olan yeni neslin toplumsal, kültürel ve bilimsel anlamda karşılaşılabileceği bütün değişim ve gelişimlere hazırlıklı ve uyumlu olarak yetişmesi beklenmektedir. Bireyler daha eğitilmiş ve donanımlı olmalıdır. Eğitilmiş bireyler; yalnızca bilgi sahibi değil, eleştirel ve yaratıcı düşünebilen, iletişim ve problem çözme becerileri yüksek ve çok kültürlü bireyler olmalıdır. Günümüzde yalnızca bilgiyi kullanmak değil aynı zamanda bilgi üretmek de çağın gereği haline gelmiştir. Öğrencilerin sadece kitapta yazılı bilgileri öğrenmeleri değil, her zaman yeni bilgilere ve yeni gelişmelere açık, keşfeden ve üreten bireyler olmaları gerekmektedir. Akbaş ve Özdemir'in (2002) Alfred North Whitehead'den (1931) aktardığı gibi "Günümüzde insanların gençliklerinde öğrendikleri şeyleri yaşamları boyunca kullanabilecekleri savı geçersiz hale gelmiştir". İnsanlar eğitimin yalnızca çocukluk yıllarında ve okuldan ibaret olmayacağını, kendilerini her zaman geliştirmeleri gerektiğini kavramalı ve öğrenmeyi öğrenmelidir (Akbaş & Özdemir, 2002; Balay, 2004; Cankoy & Darbaz, 2010; Şahin, 2004; Yılmaz & Horzum, 2005).

Teknolojik gelişmelerle beraber dünyanın karşı karşıya kaldığı ve geleceğimizi etkileyen problemler de çözüm beklemektedir. Nüfus artışı, doğal kaynakların bilinçsiz tüketimi ve yetersizliği, orman ve tarım alanlarının tahrip edilmesi ve azalması, küresel ısınma, kirlilik ve artan enerji ihtiyacı gibi problemler bunlardan bazılarıdır (Bayraç & Doğan, 2016; Demirkaya, 2016). Öğrenciler öncelikle çözüm için söz konusu problemlere neden olan faktörleri, gerekli kaynak ve bilgiye nereden ulaşabileceklerini bilmeleri gerekmektedir. Bu da ancak fen bilimleri alanında yeterli kavramsal bilgiye sahip olmaları ve örnek çalışmalarla tecrübe edinmeleriyle gerçekleşebilir (Alpan-Bangir, 2008).

Eğitimin her aşamasında, fen bilimleri ve biyoloji eğitimine gerekli değerin verilmesi geleceğimiz için büyük önem taşımaktadır. Çevre, ekosistem, doğal kaynaklarımız, enerji sistemleri, enerji kaynakları ve sağlık konusundaki problemler biyoloji kökenlidir ve biyoloji eğitimi ile öğrencilere bu alanlarda eğitim verilmesi, öğrencilerin bu konularda bilgili ve bilinçli yetiştirilmesi için gereklidir. Doğadaki canlıların varlığı, çevreye etkileri ve önemleri ancak biyoloji eğitimi ile öğrenilebilir (Yetkin, 1998).

Dahil olduğumuz ekosistemi inceleyecek olursak, ekosistem içerisindeki tüm canlı ve cansız maddelerin birbirini nasıl etkilediğini görebiliriz (Gökmen & Solak, 2015). Dünyanın ısı ve enerji kaynağı olarak kabul ettiğimiz güneşten gelen enerji ekosisteme fotosentetik organizmalar olarak bilinen canlı grubu sayesinde dahil olmaktadır. Bu canlılar “fotosistem” olarak adlandırılan reaksiyonlarla güneş enerjisini kullanabilecekleri bir enerjiye dönüştürmektedir. Sonrasında bu enerjiyi kullanarak fotosentez yolu ile besinlerini üretmektedirler. Fotosentez sayesinde ortamdaki karbondioksit harcanmakta yani karbon sisteme dahil olmakta ve aynı zamanda kullanılan su sonucu oksijen açığa çıkmaktadır. Kısacası fotosentez atmosferdeki karbondioksit ve oksijen dengesini korumaktadır. Tüm canlılar da dolaylı veya dolaysız olarak fotosentez yapan canlılardan elde edilen besinlerle beslenmekte, açığa çıkan oksijen sayesinde solunum yapmaktadırlar. Öğrencilerin bu gerçekleri fark etmesi, hayatın devamı için ihtiyaç duyduğumuz ancak farkında olmadığımız bu reaksiyonların önemini kavrayabilmesi gerekmektedir (Taner, 2011a; Taner, 2011b).

Fotosentetik canlıların dünyaya olan yararları maalesef yeterince bilinmemektedir. Son yıllarda sıkça tartışılan karbon emisyonu, hava kirliliği ve küresel ısınma gibi problemlerin nedenleri arasında, enerji ihtiyacı için kullanılan fosil yakıtlar, hızlı nüfus artışı sonucu ormanların hızla tahrip edilmesi ve yerleşim yerleri haline getirilmesi, deniz ekosistemlerinin insan hayatına katkıları ve etkileri düşünülmeyen denizlerin kirlenmesi gibi nedenler yatmaktadır. Orman tahribatının ve denizlerdeki kirliliğin bu kadar umarsız bir şekilde yapılmış olmasının nedeni; insanların tüm bu gerçeklerin farkında olmaması, bu

canlıların fotosentez sayesinde bizlere nasıl hizmet ettiğinin bilinmemesi ve ekosistemdeki bozulmanın kendini zaman içerisinde yavaşça gösteriyor olmasıdır (Demirkaya, 2016; Elcik & Çakmakçı, 2017; Gökmen & Solak, 2015; Sunlu, Kaymakçı & İzgören, 2001).

Fotosentez reaksiyonu yalnızca karbon-oksijen dengesini sağlamakla değil enerji elde etme ve besin üretme yolu olarak da son derece verimli bir reaksiyondur. Ayrıca bazı dünya sorunları için de çözüm örnekleri sunmaktadır. Gelecek nesillerin yani öğrencilerimizin bu gerçekleri görebilmesi için fotosentez konusu, biyoloji dersi içerisinde birkaç sayfalık veya birkaç saatlik bir konu olarak görülmemelidir. Öğrenciler fotosentetik canlıları ve yaşam alanlarını, fotosentezin ekosistem içerisindeki önemini, tüm canlılar için faydalarını ve nasıl gerçekleştiğini çok iyi bir şekilde öğrenmeli ve bu alanda yapılan çalışmalardan da haberdar olmalıdırlar. Ancak o zaman bilinçlenebilir, gelecekleri için keşfeden ve üreten bireyler haline gelebilirler.

Problem

İnsanlar bulundukları çevre ve hayat koşullarında yaşamlarını devam ettirebilmek, sosyal ve kültürel olarak uyum sağlayabilmek, psikolojik veya fizyolojik ihtiyaçlarını karşılayabilmek gibi nedenlerle hayat boyu öğrenme süreci içerisindeyler. Öğrenme süreci; sosyal, kültürel, psikolojik ve çevresel pek çok faktörden etkilenir. Kişinin öğrenmek istediği bilgi, önceki bilgi birikimine ve öğrenme sürecinin gerçekleştiği ortam şartlarına göre de değişiklik gösterebilir. Her insanın sahip olduğu bilgi birikimi, öğrenme için ihtiyaç duyduğu süre ve materyaller farklı olduğundan, öğrenme de kişiseldir (Özdemir & Kaplan, 2014; Ünal, 2010; Yılmaz, 2009).

Öğrenmenin nasıl gerçekleştiği ve nasıl tanımlanacağına dair farklı bakış açıları ve teoriler ortaya konulmuştur. Öğrenme tanımı hangi açıdan baktığınıza göre değişiklik gösterir. Ivan Pavlov ve John B. Watson gibi isimlerin ortaya koyduğu davranışçı öğrenme yaklaşımı davranışlar üzerine odaklanmaktadır. Zihnin uyarana karşı gözlemlenebilir bir cevap vereceğini ve öğrenmenin davranışsal bir değişim sağlayacağını belirtir. Buna göre öğrenme; bireyde davranış değişikliği sürecidir. Jean Piaget'in ortaya koyduğu bilişsel öğrenme yaklaşımı ise zihinsel süreçlerle ilgilenmektedir. Öğrenmenin doğrudan gözlenebilir olmadığını ve her bireyin bilgiyi kendine göre biçimlendirip şematize edebileceğini söyler. Zihinde her bilgi için bir kavram oluşturulur ve birbiriyle ilişkili olan bilgilere ait kavramlar ilişkilendirilerek kaydedilir. Bu tanımlardan yola çıkarak öğrenme; çeşitli yollarla edinilen bilginin zihinde bir kavrama dönüştürülmesi ve kaydedilmesidir (Özmen, 2004; Taşçı & Soran, 2012; Yılmaz, 2009).

Nörofizyolojik öğrenme yaklaşımına göre öğrenme; hücreler arasında yeni bağlantılar kurulmasını sağlamaktadır. Beyin bir işlemci gibi çalışır, gelen uyarılar kimyasal olarak beyinde işlenir ve sinir ağları oluşturulur. Oluşan sinir ağları zayıf ise bir süre sonra kopabilir yani bilgi ezber yoluyla akılda tutulmuş, kullanılmamış veya tecrübe edilmemiş ise kolaylıkla unutulur. Ağlar güçlü ise yani bilgi kullanılmış ve tecrübelerle edinilmiş ise kalıcı hale gelir ve yeni ağlar oluşturabilir. Bu tanımlardan yola çıkarak öğrenme, mevcut bilgi veri tabanlarının üzerine yeni bilgiler inşa etmektir (Baştuğ, 2007; Duman, 2015).

Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına göre öğrenme; eski yaşantılarla yeni yaşantıların karşılaştırılması, ilişkilendirilmesi ve zihinde var olan şemaya eklenmesi yoluyla gerçekleşir. Çevreden gelen verilerden birey bilgiyi algılar, yorumlayıp değerlendirir ve belleğinde kendine özgü şekilde kavramsal hale getirip kaydeder. Yapılandırmacı yaklaşımda bilgi bireysel olarak yapılandırıldığından, öğrencinin kendisine ulaşan bilgileri öğrenmesinde ön bilgileri, bireysel özellikleri ve öğrenme ortamı son derece önemlidir (Erdem & Demirel, 2002; Özmen, 2004).

Anlamalı öğrenme kuramına göre, edinilen yeni kavram mevcut kavramlarla ilişkilendirilirse öğrenme kalıcı olacaktır, aksi halde yeni kavramın unutulma olasılığı yüksektir (Aydın & Uşak, 2003). Anlamalı öğrenme, “karşılaşılan problemlerin çözümü için edinilen bilgileri hatırlama ve bu bilgiler ışığında problemi çözme yetisi” olarak tanımlanabilir (Sökmen & Bayram, 2000).

Okulda, öğrencilerinin ilgili dersin öğretim programında belirtilen kazanımlara erişmesini isteyen bir öğretmen öğretim faaliyetlerini gerçekleştirirken bireysel farklılıkları göz önüne almalıdır. Öğretmenin gerçekleştirdiği öğretim faaliyetlerinin gerçekten etkili ve öğretici olabilmesi için öğretmenler; dersin kazanımlarından, öğrencilerini o kazanımlara erdirmeleri için öğretmeleri gereken bilgi içeriğinden ve bu içeriği öğretirken yararlanmaları gereken en uygun öğretim yöntemlerinden haberdar olmalıdırlar. Aynı zamanda öğrencilerini iyi tanımalı, onların sahip olduğu bilgi birikimlerini ve hangi yöntemlerle daha iyi öğrendiklerini de göz önünde bulundurmalıdırlar. Eğer varsa eksiklerin tamamlanması için de farklı çalışmalar yapmalıdırlar (Çelikten, 2005; Çubukçu & Gültekin, 2006).

Öğrencilerin öğrenme süreçleri, ders ve konu içeriğine göre farklılık göstermektedir. Biyoloji eğitiminde öğrenilecek bilgilerin soyutluğu, içerdiği terimler, diğer bilim dallarıyla olan ilişkileri ve her geçen gün gelişiyor olması öğrencilerin kavramsal öğrenme sürecini zorlaştırmaktadır. Biyoloji adeta yaşayan bir bilim dalı olup her geçen gün literatüre yeni bilgiler ve kavramlar katılarak gelişir ve değişimlere uğrar. Diğer fen bilimleri dallarına

kıyasla biyoloji alanında kavramlar arasında daha fazla ilişki bulunmaktadır. Konuların büyük bir kısmı birbiri ile bağlantılıdır ve bu durum kavramların öğrenimini zorlaştırmaktadır (Köse, 2004; Temelli & Kurt, 2010).

1739 sayılı Millî Eğitim Temel Kanunu'nun 2. maddesinde ifade edilen Türk Millî Eğitiminin Genel Amaçları ile Türk Millî Eğitiminin Temel İlkeleri esas alınarak hazırlanan 2018 yılı Biyoloji Dersi Öğretim Programı ile öğrencilerin;

- Biyolojide yer alan yasa, teori, süreç, prensip, ilke, hipotez ve deneyler hakkında bilgi sahibi olmaları,
- Biyoloji bilgisi ve uygulamalarını günlük hayatta kullanma becerisi kazanmaları,
- Bilim tarihi süreci içerisinde biyoloji alanına katkı sağlayan bazı bilim insanlarını tanımaları,
- Biyoloji ve bilimle ilgili tartışmalara etkin olarak katılmaları ve bu tartışmaları değerlendirebilmeleri,
- Biyoloji dersinde edindikleri bilgi, beceri ve yeterlilikleri kullanarak yeni fikirler üretmeye ve özgün çalışmalar yapmaya istek duymaları,
- İşlevsel projeler, kapsamlı ve özgün tasarımlar ile buluşlar yapabilmeleri,
- Canlılardan esinlenerek geliştirilen teknolojilerin farkına varmaları ve benzer yenilikler yapmak için istekli olmaları,
- Bilim ve teknolojinin insanın ve diğer canlıların yaşamlarına olan etkilerini değerlendirebilmeleri,
- Bilimsel çalışmalarda ve toplumsal hayatta etik değerlere sahip olmanın ve bu değerlere uygun davranmanın gerekliliğini ve önemini kavramaları,
- Sosyo bilimsel konular hakkında bilinçli değerlendirmeler yapabilmeleri,
- Araştıran, eleştirel düşünen, iş birliği yapan, etkili iletişim becerisine sahip, problem çözen, sorgulayan, üreten ve hayat boyu bilim öğrenmeye istekli bireyler olmaları amaçlanmaktadır.

Eğitimde hedeflenen noktaya ulaşılabilmesi ve öğrencinin geleceğe hazır olabilmesi için öğrencilerin biyoloji alanında meydana gelen gelişmeleri de takip edebilmeleri gerekir. Ortaya çıkan yeni bilgi ve kavramlara hâkim olmalı, karşılaştıkları problemleri eski ve geçerliliğini yitirmiş bilgilerle değil, güncel ve doğru bilgilerle değerlendirebilmelidirler. Eğer öğrenci daha önceki yıllarda öğrenmesi gereken kavramları doğru şekilde öğrenememişse ve kavram yanlışlarına sahipse sonraki yıllarda yeni bilgiler öğrenmesi ve eğitimde hedeflenen noktaya ulaşılabilmesi çok daha zor olacaktır. Öğrendiği yeni kavramı zihninde hangi kavramlarla ilişkilendirmesi gerektiğini bilemezse, bu durum bilginin temelsiz bir bina gibi

yıkılmasına ve öğrenilemeden kalmasına neden olur ya da yeni bir kavram yanılgısı oluşturur. Bu açıdan biyoloji eğitiminin en temel hedefi öğrencinin ihtiyaç duyacağı bilgiyi kazanmasını sağlamak, kavramsal ilişkileri sistemli bir şekilde oluşturabilmesi ve kavramlar arasındaki bağlantıları doğru bir şekilde kurabilmesi için rehber olmaktır (Södervik & Mikkilä-Erdmann, 2015).

Biyoloji eğitiminde genel olarak canlı organizmalardan, canlıların yapısal özelliklerinden ve çevre ile ilişkilerinden bahsedilmekte ve konular birbirleri ile bağlantılı şekilde devam etmektedir. Konular hakkında oluşan kavram ağları da bir şekilde birbirleri ile bağlantılı karmaşık kavram ağlarıdır. Birden çok kavram ağına dâhil olan pek çok kavramı içerir. Fotosentez konusu da tek bir reaksiyondan oluşan, tek bir bilgi üzerinden öğrenilebilecek ya da zihinsel olarak tek bir kavram ağına dâhil edilebilecek bir konu değildir. Öğrenci daha önce parça parça öğrenmiş olduğu farklı bilim dallarına ve farklı konulara ait kavramları bir araya getirmeli, fotosentez konusundaki kavramlarla ilişkilendirmeli ve zihninde karmaşık bir kavram ağı oluşturmalıdır. Bu nedenle fotosentez konusu gibi karmaşık bir biyokimyasal olayı öğrenmek öğrenci açısından zor bir süreçtir. Ülkemizde en son belirlenmiş ve kullanılmakta olan ortaöğretim biyoloji dersi öğretim programına göre (Milli Eğitim Bakanlığı, 2018) öğrencinin öğrenmesi beklenen kazanımlar ve bu kazanımlar içerisinde fotosentez konusuna dair edinmesini beklediğimiz bilgiler şu şekildedir.

- “Canlıların Ortak Özellikleri” konusunda, canlıların ortak özellikleri hakkında çıkarımlarda bulunur kazanımı ile tüm canlıların beslenmeye ihtiyaç duyduğunu ve dolayısıyla fotosentetik canlıların fotosentez sayesinde besinlerini ürettiğini,
- “Hücre” konusunda, farklı hücre örneklerini karşılaştırır kazanımı ile bitki hücrelerinin yapısını, organelleri ve dolayısıyla hangi organel sayesinde fotosentezin gerçekleştiğini,
- “Canlıların Çeşitliliği ve Sınıflandırılması” konusunda, canlıların çeşitliliğinin anlaşılmasında sınıflandırmanın önemini açıklar kazanımı ile fotosentetik canlıları,
- “Canlı Alemleri ve Özellikleri” konusunda, canlıların biyolojik süreçlere, ekonomiye ve teknolojiye katkılarını örneklerle açıklar kazanımı ile fotosentetik canlıların biyolojik süreçlere, ekonomiye ve teknolojiye katkılarını,
- “Ekosistem Ekolojisi” konusunda,
 - Ekosistemin canlı ve cansız bileşenleri arasındaki ilişkiyi açıklar.
 - Canlılardaki beslenme şekillerini örneklerle açıklar.
 - Ekosistemde madde ve enerji akışını analiz eder.
 - Madde döngüleri ve hayatın sürdürülebilirliği arasında ilişki kurar kazanımları ile fotosentezin ekosistemdeki yerini ve önemini,

- “Güncel Çevre Sorunları ve İnsan” konusunda,
 - Güncel çevre sorunlarının sebeplerini ve olası sonuçlarını değerlendirir.
 - Çevremizde ve dünyada çevre kirliliğinin önlenmesine yönelik çözüm önerilerinde bulunur kazanımları ile fotosentezin dünyaya olan etkilerini ve faydalarını,
- “Fotosentez” konusunda,
 - Fotosentezin canlılar açısından önemini sorgular.
 - Fotosentez sürecini şema üzerinde açıklar.
 - Fotosentez hızını etkileyen faktörleri değerlendirir.
 - Fotosentez hızını etkileyen faktörlerle ilgili deney tasarlar kazanımları ile fotosentezin canlılar açısından önemini, fotosentez sürecini ve fotosentez hızını etkileyen faktörleri öğrenmesi beklenmektedir.

Bütün bu konuların ortaöğretim eğitimi içerisinde yani dört yıllık bir süreçte eğitim dönemlerine dağılmış olarak öğrenildiği düşünülürse, öğrencilerin fotosentez konusunu doğru bir şekilde kavrayabilmeleri için her yıl öğrenmiş oldukları bilgileri de doğru bir şekilde öğrenmiş olmaları ve doğru kavram ağlarını da oluşturmaları gerekmektedir.

Öğrencilerin ders sırasında ihtiyaçları olan kavramları doğru şekilde öğrenebilmeleri için doğru eğitim stratejileri ve doğru eğitim yöntemleri kullanılmalıdır. Sonrasında bu kavramları anlama ve öğrenme düzeyleri belirlenmeli, gerektiği noktalarda öğrencilerin yanlışları tespit edilerek giderilmelidir. Bu ihtiyaçlar doğrultusunda mevcut çalışmada fotosentez konusu üzerine problem ve alt problemlere cevap aranmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın amacı ve alt problemler.

Bu çalışmanın amacı, lise öğrencilerinin fotosentez konusundaki kavramları anlama düzeylerini ve olası kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik, geçerliliği ve güvenilirliği yüksek iki aşamalı bir teşhis testi geliştirmektir. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki alt problemlere cevap aranmaktadır.

1. Fotosentez konusu ile ilgili geçerli ve güvenilir iki aşamalı bir teşhis testi nasıl geliştirilebilir?
2. Lise öğrencilerinin fotosentez konusunda kazanmaları gereken kavramlar nelerdir?
3. Lise öğrencilerinde fotosentez konusunda görülen kavram yanlışları nelerdir?
4. Testin kapsam ve yapı geçerliliği nasıl sağlanabilir?
5. Testin güvenilirliği nasıl sağlanabilir?
6. Testin güvenilirlik katsayısı nasıl hesaplanabilir?

Araştırmanın Önemi

Türk Milli Eğitim Genel Amaçlarına göre belirlenen hedeflere ulaşılabilmesi ve öğrencilerin ders sırasında ihtiyaçları olan kavramları doğru öğrenebilmeleri için doğru eğitim stratejileri ile doğru eğitim yöntem ve teknikleri kullanılmalıdır. Daha sonra bu kavramları anlama ve öğrenme düzeyleri belirlenmeli, öğrencilerde eğitim sürecinde karşılaşılan ve öğrenme süreci öncesinde ve sonrasında tespit edilen kavram yanlışları giderilmelidir. Öğretimi desteklemek için dersin ve konunun özelliklerine göre görsel ve işitsel materyaller, üç boyutlu nesne ve modeller, yazılı ve basılı kaynaklar, farklı öğretim yöntemleri ve tamamlayıcı ölçme araçları kullanılabilir.

Araştırma öncesinde literatür taramaları yapılmış, öğrencilerin fotosentez konusunda sahip oldukları kavram yanlışları hakkında yapılan çalışmalar incelenmiştir. Kavram yanlışlarını belirlemede kullanılan farklı yöntemler bulunmaktadır. Ancak iki aşamalı çoktan seçmeli teşhis testlerinin ülkemiz genelinde özellikle de biyoloji eğitimi alanında çok fazla kullanılmamış ve geliştirilmemiş olduğu belirlenmiştir. Treagust'un 1980'lerde geliştirmiş olduğu bu yöntem ülkemizde özellikle son yıllarda Milli Eğitim Bakanlığı ve Yükseköğretim Kurulu tarafından da kullanılmaya başlanmıştır. Bu alanda dünya genelinde yapılan çalışmalar da göz önünde bulundurulduğunda ve bu ölçme yönteminin avantajları düşünüldüğünde yapılan çalışmanın biyoloji eğitimi için gerekli ve kullanışlı bir çalışma olacağı değerlendirilmektedir (Karataş, Köse & Coştu, 2003).

Öğretmenlerin ihtiyaç duyduğu bilgileri elde edebilmeleri için kullanabilecekleri pek çok ölçme yöntemi bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı; öğretmenlerin öğrencilerindeki kavram yanlışlarını, ön bilgilerini, anlama düzeylerini ve anlamlı öğrenmelerini tespit etmek gibi pek çok alanda ve eğitim sürecinin her anında kolaylıkla ulaşabilecekleri ve kullanabilecekleri iki aşamalı çoktan seçmeli test yönteminin biyoloji dersi fotosentez konusu kapsamında geliştirilmesi, geçerlilik ve güvenilirlik çalışmalarının yapılmasıdır. (Karataş, Köse & Coştu, 2003).

Çalışma sonucunda görünüş ve kapsam geçerliliği, güvenilirliği, ayırt ediciliği ispatlanmış, uzman görüşleri ile hazırlanmış, eğitimin her aşamasında kullanılabilir, kısa süre içinde çok sayıda öğrenciye uygulanabilir bir test geliştirilmiş olması hedeflenmektedir. Araştırmanın bu alanda ve tüm eğitim bilimleri alanında yapılacak çalışmalar için örnek teşkil etmesi beklenmektedir. Geliştirilecek bu ölçme aracı sayesinde, öğretmenlerin yapılandırmacı eğitim yaklaşımının gerekliliklerinden biri olan alternatif (tamamlayıcı) ölçme yöntemleri hakkında bilgi ve tecrübe edinmeleri, eğitim sürecinde kullanabilmeleri ve öğretim ortamını daha verimli bir hale getirmeleri beklenmektedir.

Varsayımlar

- Çalışma grubunun evreni temsil ettiği varsayılmaktadır.
- Araştırmada uzman görüşleri alınarak geliştirilmiş olan ölçme aracının ölçmek istenilen beceri ve bilgileri tam olarak ölçebildiği varsayılmaktadır.
- Araştırma grubunu oluşturan öğrencilerin hazırlanan ölçme aracındaki soruları samimi olarak cevapladıkları varsayılmaktadır.

Sınırlılıklar

- Çalışma Kayseri İli, Kocasinan ilçesi, N. M. K. A. L. 12. sınıf A, B ve E şubesi öğrencileri, Kocasinan İlçesi, F. Ç. A. L. 12. sınıf A, B ve C şubesi öğrencileri, Talas İlçesi, F. K. T. A. L. 12. sınıf A, B ve C şubesi öğrencileri ile sınırlıdır.
- Çalışma, 2018-2019 öğretim yılı sonbahar dönemi ile sınırlıdır.
- Çalışma, “Canlılarda Enerji Dönüşümleri” ünitesi “Fotosentez” konusu ile sınırlıdır.
- Çalışma, uzman görüşleri alınarak geliştirilmiş olan “Fotosentez Teşhis Testi” içerisindeki iki aşamalı 16 soru ile sınırlıdır.

Tanımlar

- Bilişsel Öğrenme Yaklaşımı:* Bilişsel öğrenme yaklaşımı öğrenmenin zihinsel boyutunu inceler ve bununla ilgilenir. Bilişselciliğin gelişmesini sağlayan en önemli isim Jean Piaget olarak kabul edilir (Mergel, 1998).
- Yapılandırmacı Yaklaşım:* Yapılandırmacı yaklaşıma göre bireyler kendi gerçeklerini kendi inançları ve bilgi birikimleri ile kendileri oluşturur. Bu yüzden bu öğrenme yaklaşımında deneyimler kazanmak önemlidir. Yapılandırmacı yaklaşımın öncüsü Frederic Bartlett olarak kabul edilir (Mergel, 1998).
- Anlamlı Öğrenme Kuramı:* Anlamlı öğrenme kuramına göre bilginin birey tarafından anlamlandırılması önemlidir. Tümdengelim yöntemi esas alınır ve bilgiler aşamalı olarak aktarılır. Bilgilerin kalıcı olabilmesi için öğrenmenin anlamlı olması gerekmektedir. Eski ve yeni bilgiler arasında bağlantı kurulmalı, benzerlik ve farklılıkları anlatılmalıdır. Anlamlı öğrenme kuramının öncüsü David Ausubel olarak kabul edilir (Kara & Özgün-Koca, 2004).
- Ekosistem:* Doğadaki canlı ve cansız varlıkların etkileşim içerisinde olduğu karşılıklı bağlarla oluşturdukları sisteme ekosistem denmektedir. Tüm evren de bir ekosistem olarak kabul edilebileceği gibi, küçük bir bölge de (göl vs.) ekosistem olarak kabul edilebilir (Çepel, 2014)

- *Fotosentetik Canlı:* Fotosentez yapabilen, bu yolla besinlerini üretebilen canlılara verilen isimdir.
- *Karbon Emisyonu:* Karbonun atmosfere salınmasıdır (Gül, Topay & Özaltın, 2009).



İKİNCİ BÖLÜM

Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar

Bu kısımda, araştırmayla ilgili literatür incelenmiştir. Fotosentez, kavram yanılgıları ve iki aşamalı testler konusunda daha önce yapılmış olan çalışmalar ve bu çalışmalarda elde edilmiş veriler incelenecektir.

Kavram Nedir?

İnsanlar zihinlerinde somut ve soyut yapıları, bilgileri, isimler ve şematik görseller yoluyla öğrenirler. Bu isimler ve görseller zihinde o yapıya ait kavramları oluşturur. Kavramlar zihinde sınıflandırılır, kategorilere ayrılır, bu kavramlara yeni anlamlar kazandırılır ve hatta yeni kavramlar ve yeni bilgiler üretilir. Yağbasan ve Gülçiçek'e (2003) göre "kavramlar, eşyaları, olayları, insanları ve düşünceleri benzerliklerine göre gruplandırdığımızda gruplara verilen adlardır. Kavramlar, bilgilerin yapı taşlarını, kavramsal ilişkiler de bilimsel ilkeleri oluşturur". Karadüz'e (2010) göre "kavramlar, insanlar için ortak bir imge, bir bilgi formu ya da varlıkların özelliklerini zihinde temsil eden soyut sembollerdir". Beysen, Güneyli ve Beysen'in (2012) Ormrod'dan (2006) aktardığına göre "kavramlar düşüncenin en küçük yapı taşları ve birimleridir" ve Kaptan'dan (1998) aktardığına göre "kavramlar ifadeyi ve iletişimi kolaylaştırır ve bilgilerin sistematik olarak düzenlenmesini sağlar". Aykurt ve Akaydın'ın (2009) Guralnik'den (1986) aktardığına göre "kavram, kelimenin isim halidir ve bir görüş veya düşünce, özellikle nesnelerin sınıfının genelleştirilmiş görüşüdür (Aykurt & Akaydın, 2009; Beysen E., Güneyli & Beysen, F., 2012; Karadüz, 2010; Yağbasan & Gülçiçek, 2003).

Kavram Yanılgısı Nedir?

Kavram yanılgıları bilimsel açıdan doğru olmayan ancak öğrencilerin kendilerince anlamlandırıp kabul ettikleri kavramlardır. Bu özelliklerinden dolayı kavram yanılgıları, alternatif yapı, çocuk bilimi, kendiliğinden oluşan bilgiler olarak da adlandırılırlar. Kavram yanılgıları yanlış inanışlar ve deneyimlerden kaynaklanan davranışlar olarak veya kişinin kavramı anlamlandığı halinin kabul edilen bilimsel anlamından büyük ölçüde farklı olması şeklinde de tanımlanabilir. Aykurt ve Akaydın'ın (2009) Guralnik'den (1986) aktardığına göre "kavram yanılgısı bazı sözlüklerde yanlış anlama olarak da geçmekte olup klasik öğretim tekniklerine dirençli, sabit ve yaygın olarak kabul edilen bilimsel kavramlarla örtüşmeyen

fikirler olarak tanımlanabilir” (Aykurt & Akaydın, 2009; Beysen E., Güneyli & Beysen F., 2012; Karataş, Köse & Coştu, 2003; Keçeli & Turanlı 2013; Yıldırım, Nakiboğlu & Sinan, 2004).

Bilişsel bakış açısına göre her bilgi için zihinde bir kavram oluşturulur ve birbiriyle ilişkili olan bilgilere ait kavramlar zihinde ilişkilendirilerek kaydedilir, böylece kavram ağları oluşur. Zihindeki kavram ağları tıpkı bir ağacın dalları gibidir. Temel kavramdan başlayıp dallanarak genişleyen, konuyla ilgili öğrenilen her yeni bilgide yeni dallar eklenen ve dalları arasında bilgi bağları olan bir kavramlar bütünüdür. Kavram ağlarındaki hatalar sıradan hatalar değildir ve “kavram yanlışlığı” olarak adlandırılır. Kavram yanlışlıklarında öğrenci bilgiyi doğru şekilde öğrendiğinden emindir. Bilgiyi almış, zihninde kavramsallaştırmış ve bir kategoriye, bir kavram ağına dâhil etmiştir. Hata yapmakta olduğunu düşünmeden sahip olduğu bilgiye güvenir, arkasında durur ve savunur (Cankoy, 2002; Taşçı & Soran, 2012).

Kavram Yanlışlarının Ortaya Çıkma Nedenleri

Kavram yanlışları, kavram öğretimi sırasında her alanda ve konuda oluşabilmektedir ve kaçınılmazdır, derslerde uygulanan pek çok öğretim yöntemine karşı bile direnç göstermektedir. Yanlış olsalar dahi bazı hayat tecrübeleri ile edinilmişlerdir ve değiştirilmesi çok zordur. Öğrenciler derse katılırken bu yanlışları her zaman yanlarında getirmektedir. Bu durum, öğrencilerin yeni kavramlar edinmelerine ve yanlışlarını düzeltmelerine engel olmaktadır (Beysen E., Güneyli & Beysen F., 2012; Karataş, Köse & Coştu, 2003; Keçeli & Turanlı, 2013; Liu, Lin, & Kinshuk, 2010; Yıldırım, Nakiboğlu & Sinan, 2004).

Kavram yanlışları bilgi eksikliğinden, yanlış açıklamalar ve yanlış genellemelerden kaynaklanabilir. Öğrenme bireyseldir, her öğrenci kendi kavramlarını ve kavram ağlarını kendisi şekillendirir, bu aşamada öğrenci bilgiye dair eksik kısımları kendi düşünceleri ile tamamlayabilir ve aklındaki soru işaretlerini kendi genellemeleri ile cevaplandırabilir, bu durum bilimsel olarak doğru olmayan bilgilerin ortaya çıkmasına neden olur. Öğrenilmesi gereken kavramların fazlalığı da kavram yanlışlarına neden olabilmektedir. Kavramların fazlalığı öğrencileri ezberlemeye yönlendirir. Ezberlenen bilgiler olması gerektiği gibi kavram ağına dâhil olamazlar ve zihinde diğer kavramlarla gerekli bağlantıları kuramazlar. Bu şekilde ezberlenen bilgiler zamanla unutulur, bilgi eksikliğine ve kavram yanlışlarının oluşmasına neden olurlar (Beysen E., Güneyli & Beysen F., 2012; Köse, 2004; Yağbasan & Gülçiçek, 2003).

Kavram Yanılgılarının Karakteristik Özellikleri

Beysen E., Güneyli ve Beysen'in (2012) aktardığına göre Wessel (1999), kavram yanılgılarının özelliklerini şu şekilde özetlemiştir:

- Kavram yanılgıları bilimsel açıklamalardan farklıdır ve öğrenciler tarafından olayları farklı yollarla açıklamak için kullanılırlar.
- Her yaş, cinsiyet ve kültürden bireyler kavram yanılgılarına sahip olabilir. Geleneksel eğitim yöntemleri ile değiştirilemezler.
- Kavramsal değişim için kullanılan farklı stratejiler her zaman başarılı olmayabilir.
- Öğrenciler testlerdeki soruları doğru cevaplasalar bile kavram yanılgılarına sahip olabilirler.
- Bilimsel kavramlar öğrencilerin hemen doğru bir şekilde anladığı düşünülerek sunulur. Ancak kavramlar daha önceki kavram yanılgıları ile çelişerek yeni yanılgılara neden olabilir.
- Öğrenciler, bazı olgular için çelişkili kavramlar geliştirebilirler.
- Öğretmenler, öğrenciler ile ortak kavram yanılgılarına sahip olabilirler.
- Kavram yanılgıları çeşitli yaşantılar sonucu ortaya çıkarlar. Her öğrencinin yaşantısı farklı olduğu için kavram yanılgısı da diğer öğrencilerinkinden farklı olabilir (Beysen, Güneyli & Beysen, 2012).

Cankoy'un (2002) aktardığına göre Fisher (1985) kavram yanılgılarının şu ortak özellikleri taşıdığını söylemektedir.

- Aynı kavram yanılgıları çoğu kişide bulunabilir.
- Kavram yanılgıları beraberinde bazı alternatif inanışları getirebilir.
- Çoğu kavram yanılgısı geleneksel metotlarla giderilemeyecek kadar ısrarcıdır.
- Bazı kavram yanılgıları bireyin eski deneyimlerine dayanmaktadır.
- Kavram yanılgıları genetik temellerden, deneyimlerden ve okul ortamlarındaki öğretimlerden kaynaklanabilir (Cankoy, 2002).

Kavram yanılgıları, öğrencilerin edindikleri bilgileri kullanmasına ve yeni bilgiler edinmesine engel olmaktadır. Mevcut kavram yanılgıları öğrenci zihninde diğer kavramlarla bir bütünlük oluşturmadığı için öğrenci bir problemle karşılaştığında ve mevcut bilgisini kullanmak istediğinde ortaya koyacağı çözüm önerileri de eksik ve hatalı olacaktır. Daha sonra öğreneceği kavramların da mevcut kavram ağına doğru şekilde katılmasına engel olacak, kavram yanılgıları ve yeni kavramlar çakışacaktır. Bu yüzden etkili bir öğretimin sağlanabilmesi için mevcut yanılgıların giderilmesi ve yeni yanılgıların oluşması

engellenmelidir. Kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik öneriler şu şekilde özetlenebilir (Beysen, Güneyli & Beysen, 2012; Cankoy, 2002):

- Öğrenci kavram yanlışlarına sahip olduğunu fark etmeli ve rahatsızlık duymalıdır.
- Kavram yanlışlarının yerini alacak yeni kavram açık, anlaşılır ve akla yatkın olmalıdır.
- Yeni bilgi kullanılışlı ve günlük hayatta çözümler sağlayabilecek yapıda olmalıdır.

Kavram Yanlışlarını Belirlemede Kullanılan Yöntemler

Kavram yanlışlarının belirlenmesinde kullanılan pek çok yöntem vardır. Testler çoktan seçmeli, açık uçlu veya doğru-yanlış şeklinde olabilir (Köse, 2004; McNall, Krall, Lott & Wymer, 2009). Kavram haritaları, analogiler (Aykutlu & Şen, 2012), tahmin, gözlem ve açıklama (Köse, Coştu & Keser, 2003; Yavuz & Çelik, 2013), araştırma, öğrenme evreleri diyagramları (Ateş & Polat, 2005), iki veya daha fazla aşamalı testler (Aykutlu & Şen, 2012; Demirci & Efe, 2007; Haslam & Treagust, 1987), 5E öğrenme halkası (Ray & Beardsley, 2008), Vee diyagramı (Kırılmazkaya & Kırbağ Zengin, 2016) ve kavramsal değişim metinleri kullanılmaktadır (Mikkila, 2001).

Fotosentez Temel Kavramları ve Fotosentez Kavram Yanlışları

Fotosentez temel kavramları.

Fotosentetik canlılar.

Besin piramidi incelendiğinde piramidin en alt basamağında üreticiler yer almaktadır. Üreticiler besinlerini çeşitli yollarla üreten canlılardır. Bu canlıların bir kısmı besinlerini “fotosentez” olarak adlandırılan reaksiyon zinciri sayesinde üretmektedirler. Fotosentez yapan bu canlılar fotosentetik canlılar olarak adlandırılmaktadır. Bitkilerin büyük bir kısmı, alglerin büyük bir kısmı, bazı tek hücreli canlılar ve bazı bakteriler fotosentetik canlılardır (Akman & Güney, 2006; Altuner, 2007; Altuner, 2009).

Kloroplast ve klorofil.

Kloroplast, bitki hücrelerinde ve diğer fotosentetik ökaryot canlıların hücrelerinde bulunan çift zarlı yapıdaki organeldir ve fotosentez reaksiyonlarına ev sahipliği yapmaktadır. Kloroplast organeli iki kısımdan oluşmaktadır, grana ve stroma. Grana üst üste dizilmiş disklerden oluşan kısımdır. Bu disklerin içerisinde klorofil pigmentleri yer almaktadır. Stroma ise bu disklerin etrafındaki sıvı kısımdır. Stromada kloroplasta ait DNA, RNA ve fotosentez için gerekli olan enzimler yer almaktadır. Klorofil pigmentleri, kloroplast bulunduran ökaryot canlılarda kloroplastın granasında, kloroplast bulundurmayan prokaryot canlılarda ise sitoplazma içerisinde dağınık halde bulunmaktadır. Klorofilin yapısında karbon (C), hidrojen

(H), oksijen (O), azot (N) ve magnezyum (Mg) atomları bulunmaktadır. Klorofil güneş ışığını soğurarak fotosentezin başlamasını sağlar. Klorofil a ve klorofil b olarak iki klorofil pigmenti bulunmaktadır. Klorofil a pigmenti mavi, mor ve kırmızı ışığı soğururken, klorofil b pigmenti mavi ve kırmızı ışığı soğurur. Klorofil pigmentleri yeşil ışığı yansıttıkları için yeşil renkte görülmektedir (Akman & Güney, 2006, ss.105-115; Yentür, 2003, ss.20-26)

Fotosentez.

Fotosentez, dünya üzerinde pek çok alanda büyük etkisi olan bir reaksiyondur. Farklı açılardan bakıp değerlendirildiğinde farklı tanımlar yapılması mümkündür. Farquhar ve Caemmerer'a (1982) göre "fotosentez, güneşten gelen ışık enerjisi kullanılarak karbon, azot, kükürt ve diğer maddelerin bitki dokularına katılmasıdır". Ekosistem açısından değerlendirecek olursak fotosentez madde döngülerinin devamlılığını sağlayan, özellikle harcanan karbondioksit sayesinde ortamda karbondioksit miktarını düzenleyen bir reaksiyondur. Zhu, Long ve Ort'a (2008) göre "fotosentez, gıda ve liflerimizin kaynağıdır". Besin piramidinin en alt basamağında yer alan fotosentetik canlılar, hem kendi besinlerini üretmekte hem de piramidin üst basamaklarındaki canlılar için besin kaynağı olmaktadır. Bu yüzden tüketici canlıların beslenebilmesi ve yaşamlarını devam ettirebilmesi için fotosentez önemli bir reaksiyondur (Akman & Güney, 2006 ss.557-571; Farquhar & Caemmerer, 1982; Kocaçalışkan, 2010, ss.57-61; Zhu, Long & Ort, 2008).

Fotosentez canlının besin ve enerji ihtiyacını karşılayabilmesi için gerçekleştirdiği bir dizi reaksiyondur. Klorofil, ışık, karbondioksit ve su belirli bir düzen içerisinde çeşitli kimyasal reaksiyonlara dâhil olarak gerekli besin maddelerinin oluşmasını sağlamaktadır. Fotosentez reaksiyonları ökaryot canlılarda kloroplast organeli içerisinde, prokaryot canlılarda sitoplazma içerisinde ve hücre zarı üzerinde gerçekleşmektedir. Gerekli enerji güneşten sağlanmaktadır. Fotosentez reaksiyonları ışığa bağımlı ve ışıktan bağımsız evre olarak iki evreye ayrılmaktadır (Akman & Güney, 2006 ss.557-571; Farquhar & Caemmerer, 1982; Kocaçalışkan, 2010, ss.57-61; Zhu, Long & Ort, 2008).

Işığa bağımlı ve ışıktan bağımsız evre reaksiyonları.

Güneşten gelen ışık enerjisi klorofil pigmentleri tarafından soğurulur, bir dizi reaksiyon sonucu ATP olarak adlandırdığımız kimyasal enerji formuna dönüştürülür. Işık enerjisinden kimyasal enerji elde edilmesine fotofosforilasyon adı verilmektedir. Fotofosforilasyon sırasında suyun fotolizi sonucu NADP^+ molekülü indirgenir ve oksijen açığa çıkar. Bu ATP ve NADPH_2 molekülü glikoz sentezinin gerçekleştiği Calvin döngüsüne dâhil olur. Calvin döngüsü karbondioksitin 5 karbonlu rubisko molekülü ile birleşmesiyle

başlayan ve glikoz sentezine kadar devam eden reaksiyondur. Fotofosforilasyonun gerçekleştiği evre yani ışığın soğurulması, suyun fotolizi, NADP'nin indirgenmesi ve ATP üretiminin gerçekleştiği reaksiyonlar zinciri ışığa bağımlı evre reaksiyonları olarak adlandırılmaktadır. Besin sentezinin gerçekleştiği evre ise ışıktan bağımsız evre reaksiyonları olarak adlandırılır (Akkemik, 2017; Akman & Güney, 2006, ss.557-571; İşler, 2017; Kadioğlu, 2015; Kocaçalışkan, 2010, ss.61-70; Türk & Çelik, 2006).

Solunum.

Solunum canlılığın devam edebilmesi için gerçekleşmesi gereken bir reaksiyondur. Solunum dediğimiz zaman aklımıza ilk olarak oksijen alıp, karbondioksit verme eylemi gelmektedir. Solunum ile alınan oksijen sayesinde besin maddeleri yakılarak enerji elde edilir ve hücrelerde oluşan karbondioksit aynı yolla dışarı verilir. Bu reaksiyon bitki ya da hayvan fark etmeksizin oksijenli solunum yapan bütün canlılar için geçerlidir. Fotosentez reaksiyonu bir çeşit solunum reaksiyonu değil bir besin sentezleme reaksiyonudur (Akman & Güney, 2006, ss.574-597; Kocaçalışkan, 2010, s.81)

Fotosentez kavram yanlışları.

Fotosentez konusu ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalar incelenmiş ve karşılaşılmış olan kavram yanlışları özetlenmiştir.

Mikkilä'nin (2001) aktardığına göre fotosentez günlük hayatta gözlenemeyen soyut olarak anlatılan bir kavram olduğu için kavram yanlışlığı oluşumuna müsaittir. Öğrenciler genellikle bitkilerin de insanlar gibi beslendiğini ve besinini güneş ışığından, sudan, topraktan ya da minerallerden sağladığını düşünmektedir (Mikkilä, 2001).

Södervik, Virtanen ve Mikkilä'nin (2015) aktardığına göre öğrenciler özellikle bitkilerin besin zincirindeki yerini, kendi besinlerini üretmelerini anlamakta zorlanmaktadır. Öğrencilere göre bitkiler kökleri yardımıyla beslenir ve suyu besin maddesi olarak kullanırlar (Södervik, Virtanen & Mikkilä, 2015).

Canal'ın (1999) aktardığına göre öğrenciler ilkokul yıllarında bitkilerin nefes almadığını ya da insanlar gibi nefes aldıklarını düşünürler. Daha sonraki yıllarda ters solunum fikri geniş kabul görür. Yine öğrencilerde görülen bazı kavram yanlışları şu şekildedir:

- Bitkiler kökleri yoluyla topraktan aldıkları maddeler ile beslenir.
- Bitkilerin yeryüzünden absorbe ettiği maddeler bitkinin büyümesini, gelişmesini ve diğer hayati fonksiyonları yerine getirmesini sağlar.

- Güneş ışığı yeşil bitkilerin sağlıklı olmaları ve renklerini için gereklidir, ışık olmadan zayıflayıp ölebilirler.
- Bitkiler nefes alıp vererek insanlar için oksijen üretirler (Canal, 1999).

Haslam ve Treagust'a (1987) göre öğrencilerde fotosentez konusunda karşılaşılan bazı kavram yanlışları şu şekildedir.

- Yeşil bitkiler her zaman fotosentez yapar.
- Bitkilerde ışık enerjisi varlığında solunum gerçekleşmez.
- Fotosentez olayı ışık enerjisi olmadığı zamanlarda gerçekleşir.
- Oksijen bitkilerde fotosentez için gerekli ışık enerjisi olmadığında ortaya çıkar.
- Bitkiler güneş ışığı varlığında bol miktarda karbondioksit salar.
- Yeşil bitkiler hiç ışık enerjisi olmadığında solunum yapmak ve oksijen vermek için fotosentezi durdurur.
- Yeşil bitkiler yalnızca gece solunum yapar.
- Yeşil bitkiler ışıpta oksijenden kendi besinlerini yapar.
- Bitkiler dokularını oluşturmak için oksijen ve karbondioksit ihtiyacı duyar.
- Solunum, bitkilerin su ve karbondioksitten besinlerini yaptıkları bir süreçtir.
- Fotosentezin yeşil bitkiler için en önemli yararı büyümeleri için gerekli enerjiyi sağlamalarıdır.
- Bitkiler fotosentez yapar, hayvanlar solunum yapar.
- Fotosentezin bitkilere en önemli yararı havadaki karbondioksiti uzaklaştırmasıdır.
- Fotosentez ve solunum birbirinin tersidir.
- Fotosentez bitkilerde yalnızca yapraklarda gerçekleşir.
- Klorofil olarak adlandırılan yeşil pigment ışık enerjisiyle karbondioksiti bağlayıp glikoz ve su üretir.
- Mantarlar gibi klorofil içermeyen ve yeşil olmayan bitkiler de fotosentez yapabilir (Haslam & Treagust, 1987).

Karagöz'ün (2016) aktardığına göre öğrencilerde fotosentez konusunda karşılaşılan bazı kavram yanlışları şu şekildedir.

- Bitki fotosentez yoluyla enerji üretir.
- Fotosentez ve solunum birbirinin tersi olan olaylardır.
- Öglene klorofil içerir ve bu sayede fotosentez yapar.
- Öglene prokaryot bir canlıdır ve kloroplast yoluyla fotosentez yapar.
- Öglene klorofilleri sayesinde enerji üretir.

- Öglene kloroplast içerisinde solunum yoluyla enerji üretir (Karagöz, 2016).

Köse'nin (2004) Anderson, Sheldon ve Dubay (1990), Çapa (2000), Hill (1997), Köse, Ayas ve Taş, (2003), Özay (2001), Songer ve Mintzes (1994), Şensoy (2002), Tamir (1989) ve Wandersee (1983)'den aktardığına göre fotosentez konusu ile ilgili karşılaşılan kavram yanılgıları şu şekildedir:

- Fotosentez bir gaz değişim olayıdır.
- Fotosentez enerji üretme sürecidir.
- Fotosentez bir çeşit besin transferidir.
- Fotosentez bitkilerin yeşil kalmasını sağlar.
- Yeşil bitkiler her zaman fotosentez yapar.
- Sadece yeşil bitkiler fotosentez yapar.
- Bitkiler ihtiyaç duydukları besini kökleriyle topraktan alır.
- Bitkiler topraktan glikoz, nişasta, vitamin gibi besinler alır.
- Bitkilerin oksijene ihtiyaçları yoktur.
- Bitkiler ihtiyaç duydukları oksijeni sudan elde edebilirler.
- Bitkiler fotosentez sonucu oksijen üretirler.
- Tuz, su, mineral, güneş ışığı bitkinin besinidir.
- Bitkiler güneş ışığından beslenir.
- Güneş bitkilerin üzerine doğrudan düştüğünde fotosentez gerçekleşir.
- Bitkiler besin üretmek için topraktan organik madde alır.
- Bitkiler karanlıkta daha çok büyür.
- Bitkiler gündüz fotosentez, gece solunum yapar.
- Bitkiler solunum yapmaz.
- Bitkiler gündüz solunumda karbondioksit alıp oksijen verir, gece ise oksijen alıp karbondioksit verir.
- Bitkiler besin üretirken kullanacakları karbondioksiti üretebilmek için solunum yaparlar.
- Bitkiler besinlerini güneş ışığı ve oksijenle yaparlar.
- Klorofil bulunduran canlılar geceleri solunum yapar.
- Bitkilerin solunumu fotosentezdir.
- Işık enerjisi varlığında solunum gerçekleşmez.
- Fotosentez ışık enerjisi varlığında gerçekleşir.
- Fotosentezin ışıktan bağımsız evre reaksiyonları gece gerçekleşir.

- Fotosentezin ışığa bağımlı evre reaksiyonları ile ışıktan bağımsız evre reaksiyonları arasında bir bağlantı yoktur.
- Klorofil ışık enerjisini karbondioksit ile birleştirip glikoz ve su üretir.
- Bitkiler suyu glikoza çevirirler.
- Bitki enerji sentezi için karbondioksite ihtiyaç duyar.
- Bitki ihtiyaç duyduğu metabolik enerjiyi hava, su ve minerallerden sağlar.
- Bitki ihtiyaç duyduğu metabolik enerjiyi gündüz fotosentezle, gece solunumla sağlar.
- Mantarlar gibi klorofil veya başka pigmentler içermeyen bitkiler de fotosentez yapabilir (Köse, 2004).

Tekkaya ve Balcı'nın (2003) aktardığına göre fotosentez konusuyla ilgili lise öğrencilerinde karşılaşılan kavram yanlışları şu şekildedir.

- Fotosentez yeşil bitkilerin solunum şeklidir.
- Fotosentez yeşil bitkilerin karbondioksit ile yaptıkları solunumdur.
- Yeşil bitkiler fotosentez ile güneş ışığını besine çevirir.
- Bitkiler fotosentez yoluyla karbondioksiti oksijene çevirir.
- Bitkiler fotosentez yaparak enerji üretir.
- Fotosentez bir besin transfer işlemidir.
- Bitki fotosentezle su ve besin üretir, besini yer ve suyu içer.
- Fotosentezin bitki için en önemli yararı enerji üretimidir.
- Fotosentez bitkinin gelişmesi için gerekli enerjiyi sağlar.
- Bitkinin besini topraktır.
- Mineraller, su, karbondioksit ve güneş bitkinin besinidir.
- Bitkiler geceleri solunum yapar.
- Bitkilerin gündüz solunumu karbondioksit alıp oksijen vermek şeklindedir, gece solunumu oksijen alıp karbondioksit vermek şeklindedir.
- Bitkiler solunum yapmaz.
- Fotosentez solunumun tam tersidir (Tekkaya & Balcı, 2003)

Kırılmazkaya ve Kırbağ Zengin'in (2016) aktardığına göre öğrencilerde fotosentez konusunda şu kavram yanlışları tespit edilmiştir.

- Klorofil miktarının artması ya da azalması fotosentezi etkilemez.
- CO₂ miktarı arttıkça fotosentez hızı artar.
- Kışın fotosentez olayı gerçekleşmez.
- Fotosentez sadece yapraklarda gerçekleşir.

- Fotosentez, güneş ışığı ile klorofil emiliminin olduğu bir olaydır.
- Fotosentez olayı bitkinin nefes alıp vermesidir.
- Güneş ışığının besine dönüştürülmesidir.
- Üretilen besinlerin tamamı diğer canlılar tarafından kullanılır (Kırılmazkaya & Kırbağ Zengin, 2016).

Marmaroti ve Galanopoulou'nun (2006) aktardığına göre öğrencilerde fotosentez konusunda görülen yanlışlar şu şekildedir:

- Fotosentez bitkinin yapraklarında gerçekleşir.
- Klorofil bitkinin yapraklarında bulunur.
- Fotosentez bitki köklerinde gerçekleşir.
- Klorofil bitki köklerinde bulunmaktadır.
- Fotosentez her zaman gerçekleşir.
- Güneş ışığı bitkileri ısıtır.
- Güneş ışığı bitkileri besler.
- Fotosentezle enerji üretilir.
- Fotosentez için oksijen ve su gereklidir.
- Fotosentez için oksijen ve glikoz gereklidir.
- Fotosentez ile karbondioksit ve glikoz üretilir.
- Fotosentez ile oksijen ve su üretilir.
- Fotosentezde klorofil üretilir.
- Fotosentezde klorofil tüketilir.
- Klorofilin fotosentezle bir alakası yoktur.
- Bitkiler besinlerini çevreden alır.
- Bitkiler geceleri solunum yapar.
- Solunum olmadığında fotosentez gerçekleşir.
- Fotosentez, bitkilerin solunumudur.
- Bitkilerde solunum gerçekleşmez (Marmaroti & Galanopoulou, 2006)

İki Aşamalı Teşhis Testleri ve Avantajları

Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının benimsenmesi ve uygulanmaya başlaması geleneksel ölçme yöntemlerinin yanında alternatif ve tamamlayıcı ölçme yöntemlerinin de kullanılmasını gerekli kılmıştır. (Sözbilir & Neacşu, 2014). Tamamlayıcı ölçme araçlarında amaç, öğrencinin ne kadar öğrendiğini tespit etmek ya da not vermek değildir. Öğrencinin eksiklerini ve ihtiyaçlarını görebilmek, kavram yanlışlarını tespit edebilmek, verdiği

cevapların altında yatan asıl düşünceyi anlayabilmektir. Bu sayede eğitim öğrencinin ihtiyaçlarına göre şekillendirilebilir (Eroğlu & Kelecioğlu, 2011).

Geleneksel ölçme yöntemlerinden biri olan çoktan seçmeli testler eğitim sırasında en çok kullanılan araçlardır. Bu ölçme aracının yüksek kapsam geçerliliği, güvenilirliği ve objektif değerlendirme açısından avantajları bulunmaktadır. Çoktan seçmeli testler sayesinde çok sayıda konuya ait, geniş kapsamlı çok sayıda soruya kısa bir süre içerisinde cevap alabilirsiniz. Değerlendirme esnasında ise kısa bir süre içerisinde pek çok öğrenciye ait cevapları değerlendirebilirsiniz. Üstelik soruların belirli bir cevabı olduğu için değerlendirmede sistemli hataların olması önlenmiş olacaktır. Ancak çoktan seçmeli testlerin sahip olduğu şans başarısı gibi bir takım dezavantajlar bulunmaktadır. Bu dezavantajları olabildiğince azaltmak için ise farklı yöntemler uygulanmaktadır. Bunlardan birisi testteki seçenek sayısını arttırmaktır. Bir diğeri gerçekten konuya hâkim olan öğrencileri ayırt edebilmek için çeldirici seçenekler oluşturmaktır. Bu çalışmalara rağmen testlerin yetersiz kaldığı durumlar olmaktadır. Sınırlı sayıda hazırlanan seçeneklerin varlığı öğrenciyi kalıplar arasında kalmaya zorlar ve bilgiyi belirli kalıplar halinde öğrenmeye yöneltir. Ayrıca öğrencinin cevap verirken aslında neden o seçeneği seçtiğini göremez, tesadüfen verilen doğru cevapları tespit edemeyiz. Cevaplarının altında yatan gerekçeyi anlayabilmenin en iyi yolu testlerin uygulanmasının ardından öğrencilerle mülakat yapılması ya da soruların açık uçlu bir şekilde sorulmasıdır. Ancak bu uzun bir zaman alacak ve testlerin sahip olduğu zamandan tasarruf etme özelliğini yok edecektir (Karataş, Köse & Coştu, 2003; Ormancı & Özcan, 2012; Yumuşak, Maraş & Şahin, 2016).

Treagust'un (1988) hazırlamış olduğu iki aşamalı teşhis testleri ise çoktan seçmeli testlerde görülen pek çok dezavantajı ortadan kaldırmakta ve yapılandırmacı eğitim yaklaşımı için kullanışlı bir ölçme aracı haline getirmektedir. İki aşamalı teşhis testlerinde, ilk aşamada soru kökü öğrenciye yöneltilir ve öğrenci sunulan seçenekler arasından doğru olduğunu düşündüğü seçeneği işaretler, ikinci aşamada ise bu seçenekleri neden seçmiş olduğu sorulur ve açıklaması istenir. Böylece hem test hem de mülakat uygulanmış gibi öğrencilerin cevapları ve gerekçeleri öğrenilebilir. İki aşamalı teşhis testleri kullanılarak öğrencilerin sahip olduğu kavram yanılgıları, ön bilgileri, anlama düzeyleri ve anlamlı öğrenmeleri, problem çözme becerileri, neden-sonuç odaklı düşünme becerileri tespit edilebilir. Bu yöntem sayesinde öğretimde uygulanan yöntemlerin, kullanılan materyallerin etkililiği test edilebilir. Çoktan seçmeli testlerde görülen şans başarısı oranı büyük ölçüde azaltılmış olur, uygulama sırasında zamandan tasarruf edilir, değerlendirme sırasında sistemli hatalardan uzak bir değerlendirme yapılabilir. Bu yöntem eğitimin her aşamasında ve sürecin her anında

rahatlıkla uygulanabilir bir ölçme yöntemidir (Griffard & Wandersee, 2001; Karataş, Köse & Coştu, 2003; Maier, Wolf & Randler, 2016; Treagust, 1987; Treagust, 2006; Wang, 2014; Yumuşak, Maraş & Şahin, 2016).

İki Aşamalı Test Nasıl Geliştirilir?

İki aşamalı testler isminden anlaşılacağı üzere iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada soru kökü yer alır ve bu aşama çoktan seçmeli ya da doğru-yanlış şeklinde olabilir. Öğrenci bu aşamada soruyu okuyup cevaplandırır. İkinci aşama ise gerekçe aşamasıdır, çoktan seçmeli ya da açık uçlu şekilde olabilir ve öğrenciden ilk aşamada vermiş olduğu cevabın gerekçesini açıklaması istenir. Öğrencinin gerekçesini açıklarken seçenekler arasında kısıtlanmaması, aklındaki gerekçeyi iyi bir şekilde ifade edebilmesi için çoktan seçmeli ve açık uçlu yöntemler bir arada kullanılabilir. Soru kökü açık, net ve anlaşılır bir dille sorulmalıdır. Her iki aşamada seçenekler konu kapsamına ve literatür taramalarından elde edilmiş verilere göre çeşitli sayılarda hazırlanabilir. Özellikle ikinci aşamada yer alacak seçenekler daha önceki çalışmalarda tespit edilmiş kavram yanlışlarını ya da muhtemel kavram yanlışlarını içermelidir (Demirci & Akdemir, 2009; Griffard & Wandersee, 2001; Haslam & Treagust, 1987; Karataş, Köse & Coştu, 2003; Sesli & Kara, 2012; Treagust, 2006; Yumuşak, Maraş & Şahin, 2016).

Tablo 1’de iki aşamalı teşhis testleri çeşitleri verilmiştir.

Tablo 1. *İki Aşamalı Test Çeşitleri*

Birinci Aşama	İkinci Aşama
Çoktan Seçmeli	Çoktan Seçmeli + Açık uçlu
Çoktan Seçmeli	Açık Uçlu
Doğru-Yanlış	Çoktan Seçmeli + Açık uçlu

İki aşamalı teşhis testi geliştirilirken izlenmesi gereken üç ana basamak vardır.

1. Konuya dair bilgi ve içeriğin belirlenmesi,
2. Öğrencilerin sahip olduğu yanlışların belirlenmesi ve literatür taraması,
3. Önergelerin ve soruların hazırlanması (Haslam & Treagust, 1987; Treagust, 2006).

Karataş, Köse ve Coştu (2003) Treagust’un (1988) iki aşamalı testleri geliştirilmesinde belirlemiş olduğu üç ana aşamayı açıklayarak şu alt aşamaları oluşturmuştur.

- Konuyla ilgili önergelerin belirlenmesi
- Konu ile ilgili kavram haritasının geliştirilmesi

- Bilgi önermelerinin haritaya dahil edilmesi
- Kapsam geçerliliğinin sağlanması
- Literatür incelemesi
- Yapılandırılmamış öğrenci mülakatları
- Çoktan seçmeli test maddelerinin geliştirilmesi
- İki aşamalı teşhis testinin geliştirilmesi
- Belirtke tablosu oluşturulması
- Düzenlemelerin devamı (Karataş, Köse & Coştu, 2003).

İki Aşamalı Testlerin Değerlendirilmesi

İki aşamalı testlerde değerlendirme yapılırken öncelikle iki kısım ayrı ayrı değerlendirilir daha sonra soruların bütününe bakarak değerlendirme yapılır. Öğrenci doğru cevap ve doğru gerekçe ile soruyu tamamen doğru cevaplandırmışsa 3 puan alır. İlk aşamada doğru cevap vermiş ancak gerekçesini açıklarken kısmen doğru gerekçe göstermişse veya ilk aşamada yanlış cevap vermiş ancak doğru gerekçe göstermişse 2 puan alır. İlk aşamada doğru cevap vermiş ancak ikinci aşamada yanlış gerekçe göstermişse 1 puan alır. Her iki aşamada da yanlış cevap vermişse veya boş bırakmış ise 0 puan alır (Karataş, Köse & Coştu, 2003; Yumuşak, Maraş & Şahin, 2016).

Tablo 2’de iki aşamalı testlerde kullanılan puanlandırma kriterleri verilmiştir.

Tablo 2. İki Aşamalı Test Değerlendirme Kriterleri

Değerlendirme Kriterleri	Puan
Doğru Cevap – Doğru Gerekçe	3
Doğru Cevap – Kısmen Doğru Gerekçe	2
Yanlış Cevap – Doğru Gerekçe	2
Doğru Cevap – Yanlış Gerekçe	1
Yanlış Cevap – Yanlış Gerekçe	0

Öğrencinin yalnızca ilk aşamada ya da sadece ikinci aşamada doğru cevap vermiş olması sorunun tamamen yanlış cevaplandırılmış olduğu anlamına gelmemektedir ve puanlandırma yapılmaktadır. İlk aşamada yanlış cevap vermiş olmasına rağmen ikinci aşamada doğru gerekçe gösteren öğrenciler 2 puan almaktadır. Çünkü bazı durumlarda konuyu bilen öğrenciler stres veya farklı etmenlerden dolayı yanlış cevap verebilmektedirler. Yine de ikinci kısımda kendini iyi bir şekilde ifade ederek anlama düzeyini kanıtlayabilir. İlk aşamada doğru cevap vermiş olmasına rağmen ikinci aşamada doğru bir gerekçe

gösteremeyen öğrenciler ise 1 puan almaktadır. Çünkü şans başarısı oranı düşük olsa dahi öğrenci şans eseri doğru cevap vermiş olabilir ve konuya dair bilgi eksiklerinden dolayı doğru bir gerekçe gösteremez (Karataş, Köse & Coştu, 2003).



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Yöntem

Çalışmada nicel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Nicel araştırma yöntemleri nicel veri toplama araçları kullanılarak, deney veya gözlemler yoluyla yapılan araştırmalardır (Karasar, 2014). Nicel araştırmalarda yapılan ölçümler ve kullanılan ölçme araçları tekrar tekrar uygulanabilmektedir. Bu çalışmada nicel veri toplama aracı olan iki aşamalı çoktan seçmeli test geliştirilmiş ve uygulanmıştır.

Araştırma Yöntemi/ Deseni/ Modeli

Çalışmada kesitsel tarama araştırması (cross-sectional survey research) uygulanmıştır. Tarama çalışmaları bir olay ya da duruma ilişkin olayı gözlemlemeye yönelik geniş kitlelere uygulanan çalışmalardır. Tarama modellerinde amaçlar “ne, nedir, nasıl” gibi soru cümleleri ile ifade edilir. Araştırmalarda görülmek istenen şey hep oradadır ve önemli olan onu en iyi şekilde gözlemleyip ortaya çıkarmaktır (Karasar, 2014). Tarama araştırmaları üç kategoride sınıflandırılabilir. Bunlar; kesitsel, boylamsal ve geçmişe dönük araştırmalardır. Kesitsel tarama araştırmalarında tutum, davranış, okuduğunu anlama becerisi, gelişim özellikleri gibi ölçülecek durumlar tek seferde ölçülür ve değerlendirilir. Genellikle farklı özelliklere sahip geniş çalışma gruplarına uygulanır. Ölçülecek verilere uygun bir çalışma grubu seçilir, veri toplama aracı tek seferde uygulanır ve sonuçları değerlendirilir (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2014).

Çalışma Grubu

Araştırma grubunu Kayseri İlinde lise eğitimi gören öğrenciler oluşturmaktadır. Çalışma grubu seçilirken benzeşik örnekleme yöntemi kullanılmıştır. İl merkezinde sayısal alan eğitimi veren liselerden rastgele olarak üç Anadolu Lisesi seçilmiştir. Bu üç lisede 12. sınıfta eğitim görmekte olan toplam 240 öğrenciye uygulama yapılmıştır. Çalışma grubunun bu şekilde belirlenmesinin nedeni, çalışma konusu olan biyoloji dersi fotosentez konusunun lise 12. sınıf öğretim programında bulunması ve yalnızca sayısal eğitim veren liselerde bu dersin işleniyor olmasıdır.

Veri Toplama Teknikleri/Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak hazırlanmış olan ve 16 sorudan oluşan iki aşamalı çoktan seçmeli fotosentez testi kullanılmıştır. Test uzman görüşleri ve literatür

taramaları ışığında çalışmanın amacına uygun olarak hazırlanmıştır. Treagust'un (1988) iki aşamalı testlerin geliştirilmesinde belirlemiş olduğu şu aşamalar izlenmiştir (Karataş, Köse & Coştu, 2003):

- Konuyla ilgili önermelerin belirlenmesi
- Konu ile ilgili kavram haritasının geliştirilmesi
- Bilgi önermelerinin haritaya dâhil edilmesi
- Kapsam geçerliliğinin sağlanması
- Literatür incelemesi
- Yapılandırılmamış öğrenci mülakatları
- Çoktan seçmeli test maddelerinin geliştirilmesi
- İki aşamalı teşhis testinin geliştirilmesi
- Belirtke tablosu oluşturulması
- Düzenlemelerin devamı.

İki Aşamalı Fotosentez Teşhis Testi Geliştirme Basamakları

Konuyla ilgili önermelerin belirlenmesi.

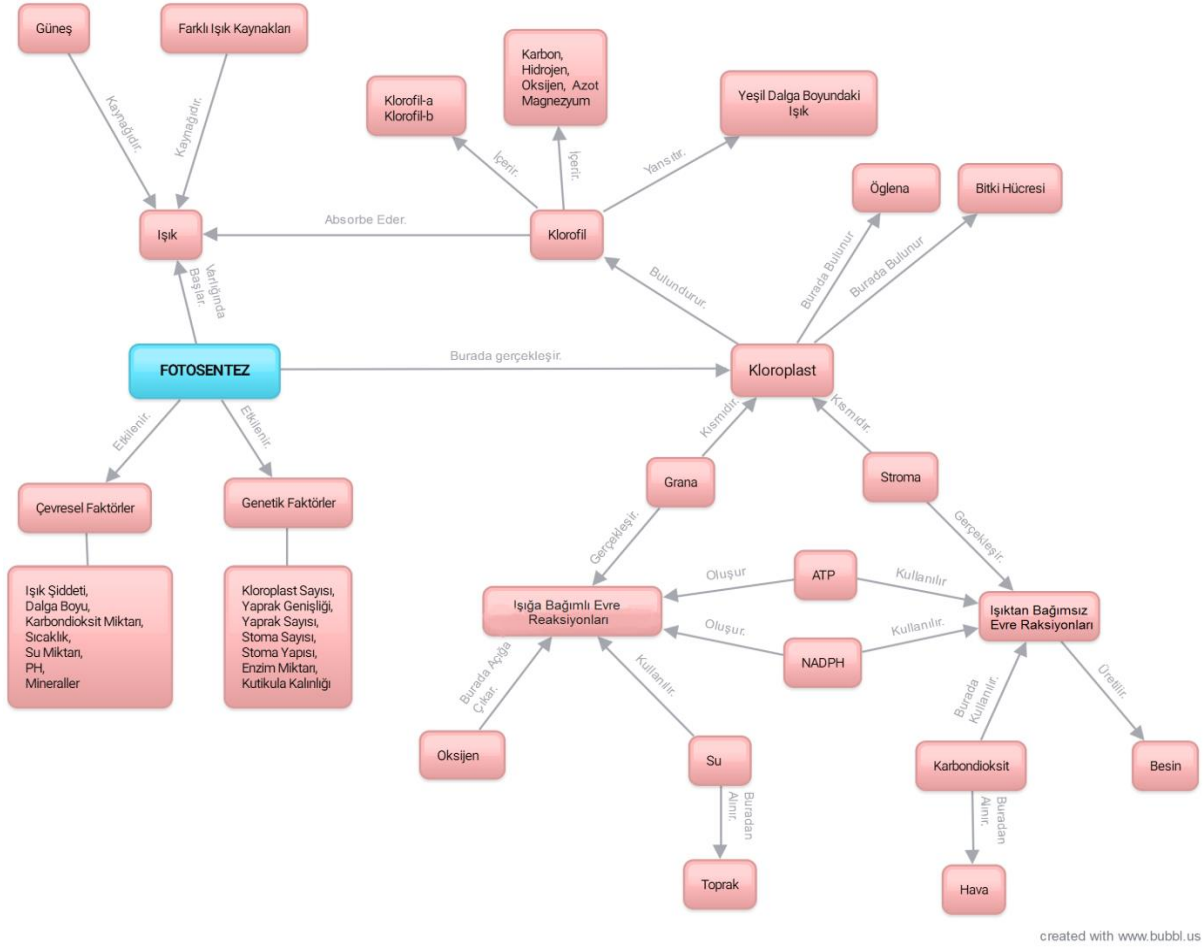
Bu kısımda fotosentez konusuna dair araştırmalar yapılmış ve konu kapsamına hâkim olabilmek için önerme cümleleri hazırlanmıştır. Fotosentez konusu ile ilgili önerme cümleleri şu şekildedir:

1. Fotosentez ototrof canlılarda görülen bir besin sentezleme reaksiyonudur.
2. Fotosentez kelimesi “ışık ile sentezleme” anlamına gelmektedir.
3. Fotosentezin gerçekleşebilmesi için canlıda kloroplast organeli veya klorofil pigmenti bulunmalıdır.
4. Fotosentezin gerçekleşebilmesi için ortamda güneş ışığı, su ve karbondioksit bulunmalıdır.
5. Fotosentez sırasında canlı karbondioksit alıp oksijen verir.
6. Fotosentezin gerçekleşmediği zamanlarda da canlı solunum olayına devam eder ve oksijen alıp karbondioksit verir.
7. Fotosentez sonucu glikoz üretilir.
8. Fotosentez sonucu oksijen açığa çıkar.
9. Fotosentez hızı tüketilen CO₂ ve üretilen O₂ miktarı ile ölçülebilir.
10. Fotosentez hızını etkileyen beş faktör; klorofil miktarı, ışık şiddeti, ışığın dalga boyu, CO₂ miktarı ve sıcaklıktır. Ayrıca demir (Fe) fotosentezde görevli enzimin kofaktörü olduğu için demir (Fe) yokluğu da fotosentez hızını etkiler.

11. Bitkiler (parazit türler hariç), algler, bazı tek hücreli canlılar, bazı bakteriler (siyanobakteriler) fotosentez yapabilir.
12. Fotosentetik canlılar diğer canlılar gibi enerji ihtiyaçlarını solunum ile karşılar.
13. Kloroplast organeli çift katlı zar yapısına sahip bir organeldir.
14. Kloroplast organeli iki kısımdan oluşur. Bu kısımlar grana ve stromadır.
15. Klorofil ışığı absorbe etme özelliğine sahip bir pigmenttir.
16. Klorofil pigmentinin yapısında C, H, O, N ve Mg bulunmaktadır.
17. Klorofil pigmenti yeşil dalga boyundaki ışığı yansıttığı için yeşil renkli görünmektedir.
18. Klorofil, kloroplast bulunduran fotosentetik ökaryot canlılarda granada yer alır.
19. Klorofil, kloroplast bulundurmayan fotosentetik prokaryot canlılarda sitoplazmada yer alır.
20. Fotosentez reaksiyonlarının tamamı güneş ışığı varlığında gerçekleşir. Gece saatlerinde ya da karanlıkta canlı fotosentez yapamaz.
21. Fotosentez reaksiyonları ışığa bağımlı evre ve ışıktan bağımsız evre reaksiyonları olarak iki evreden oluşur.
22. Işığa bağımlı evre reaksiyonları kloroplastın granasında gerçekleşir.
23. Işığa bağımlı evre reaksiyonları devirsel ve devirsel olmayan fotofosforilasyon olarak iki aşamadan oluşur.
24. Işığa bağımlı evre reaksiyonlarında elektron alıcıları görev almaktadır. Bunlar, ferrodoksin, sitokrom ve plastosiyanindir.
25. Işığa bağımlı evre reaksiyonları ışığın klorofil tarafında absorbe edilmesi ile başlar.
26. Işığa bağımlı reaksiyonlar sonucunda 3 ATP, 2 NADPH₂ ve O₂ açığa çıkar.
27. Işığa bağımlı evre reaksiyonları sırasında üretilen ATP yalnızca ışıktan bağımsız evre reaksiyonlarında glikoz sentezi için kullanılır.
28. Işığa bağımlı evre reaksiyonları sırasında üretilen NADPH₂ ve O₂ için gereken hidrojen ve oksijen suyun fotolizi ile elde edilir.
29. Işıktan bağımsız evre reaksiyonları kloroplastın stromasında gerçekleşir.
30. Işıktan bağımsız evre reaksiyonlarında ATP, NADPH₂ ve CO₂ kullanılarak glikoz sentezlenir.
31. Işıktan bağımsız evre reaksiyonlarında kullanılan CO₂ havadan alınır.
32. Canlı fotosentez yapamadığı zamanlarda depolamış olduğu glikoz ile beslenir.

Konuyla ilgili kavram haritasının geliştirilmesi.

Kavram haritaları, kavramlar arasındaki ilişkiyi göstermek için kullanılan bir yöntemdir. Konuya dair kavramların bir bütünlük içerisinde görülmesini sağlar. Fotosentez konusuyla ilgili kavramları ve aralarındaki ilişkiyi ifade eden bir kavram haritası hazırlanmıştır.



Şekil 1. Fotosentez kavram haritası.

Bilgi önermelerinin haritaya dâhil edilmesi.

Fotosentezle ilgili kavram haritası geliştirilirken daha önce hazırlanmış olan önerme cümleleri haritaya dâhil edilmiştir.

Kapsam geçerliliğinin sağlanması.

Testin hazırlanması aşamasında önermeler ve testin kapsamını oluşturacak olan konu başlıkları gerek üniversitede görevli araştırmacılar gerek okullarda görevli olan öğretmenlerle görüşülmüştür. Çalışmanın kapsamını bozacak önermeler çalışmaya dâhil edilmemiştir.

Literatür incelemesi.

Çalışmayla ilgili gerekli literatür incelemeleri yapılmıştır. Fotosentez ve iki aşamalı testlerle ilgili daha önce yapılan çalışmalar, elde edilen sonuçlar, ortaya konan kavram yanlışları incelenmiştir.

Yapılandırılmamış öğrenci mülakatları.

Köse'nin (2008) çalışmasında yer alan görüşmeler bu çalışma için kaynak teşkil etmiştir. Görüşmeler sırasında öğrencilere yöneltilen sorular ve öğrencilerde karşılaşılan kavram yanlışları test sorularının ve seçeneklerinin hazırlanmasında dikkate alınmıştır. Ayrıca uygulama yapılacak olan öğrenciler ve konuyu anlama düzeyleri ile ilgili bilgi edinebilmek amacıyla uygulamaların yapılacağı liselerde görev yapan öğretmenlerden görüşler alınmıştır.

Çoktan seçmeli test maddelerinin geliştirilmesi.

Yapılmış olan literatür taramaları sonucu elde edilmiş olan kavram yanlışları, konuya dair kavramlar, daha önce hazırlanmış olan önerme cümleleri ve öğrencilerin dersler ve çalışmaları sırasında karşılaşılabileceği soru şekilleri dikkate alınarak çoktan seçmeli test maddeleri geliştirilmiştir. Sorular öğrencilerin en çok zorlandığı ve en çok kavram yanlışlarına sahip olduğu konular üzerinden sorulmuş ve seçeneklerde çeldirici olarak daha önce karşılaşılmış kavram yanlışlarına yer verilmiştir. 1., 2., 3., 4., 9. ve 11. sorular "Photosynthesis and Respiration in Plants Diagnostic Instrument" (Haslam & Treagust, 1987) isimli ölçme aracından alınıp düzenlenerek kullanılmıştır.

İki aşamalı teşhis testinin geliştirilmesi.

İki aşamalı testin ilk aşamasında soru kökü ve üç seçenek bulunmaktadır. Sonrasında "çünkü," ifadesiyle öğrencilerin seçtikleri seçeneğin gerekçesini açıklamaları istenmiştir. İkinci aşamada dört seçenek ve bir boş seçenek yer almaktadır. Bu boş seçenek öğrencinin ihtiyaç duyduğunda görüşünü açıklayabilmesi için özellikle yerleştirilmiştir.

Soruların ilk aşamasında yer alan her seçenek için yanlış gerekçeler oluşturulmuştur. Bu gerekçeler öğrencilerin zihninde yer etmiş muhtemel yanlışlar ve kendilerince sahip oldukları açıklamalar düşünülerek hazırlanmıştır. Böylece ikinci kısımda öğrencinin aklındaki yanlışlığı açıklayacak cümleyi bulabilmesi sağlanmıştır.

Belirtke tablosu oluşturulması.

İki aşamalı fotosentez teşhis testindeki maddelerin ilgili olduğu önerme cümleleri Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. *İki Aşamalı Fotosentez Teşhis Testi Belirtke Tablosu*

Maddeler	Konu Alanı	Önerme Cümlesi
Madde 1	Fotosentez gerçekleşmediği zamanlarda canlıda görülen olaylar	5, 6, 8, 20
Madde 2	Fotosentez gerçekleşmediği zamanlarda canlıda görülen olaylar	5, 6, 8, 20
Madde 3	Fotosentez gerçekleştiği sırada canlıda görülen olaylar	5, 6, 8, 20
Madde 4	Fotosentez için önemli olan etmenler	3, 4, 5, 8, 11
Madde 5	Fotosentetik canlılarda enerji üretimi	1, 12, 27
Madde 6	Fotosentezde kullanılan maddelerin kaynağı	27, 31
Madde 7	Fotosentez yapan canlılar	3, 11, 13, 14, 17, 18, 19
Madde 8	Fotosentez yapan canlılar	3, 11, 13, 14, 17, 18, 19
Madde 9	Fotosentezin faydaları	1, 2, 7
Madde 10	Fotosentez gerçekleşmediği zamanlarda kullanılan alternatif yol	4, 20, 32
Madde 11	Fotosentez reaksiyonları genel gösterim	25, 26, 30
Madde 12	Klorofilin yapısı	3, 15, 16, 25
Madde 13	Fotosentez hızını etkileyen faktörler	9, 10
Madde 14	Fotosentez reaksiyonları	21, 23, 24
Madde 15	Işığa bağımlı evre reaksiyonları	23, 24, 26
Madde 16	Işıktan bağımsız evre reaksiyonları	22, 26, 28, 29

Düzenlemelerin devamı.

Konu başlıkları, sorular ve seçenekler gerek üniversitede görevli araştırmacılar gerek okullarda görevli olan öğretmenlerle görüşülmüş, öğretim programı kapsamında gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Daha önceki yıllarda ders kitaplarında yer almasına rağmen değişikliklerle öğretim programı kapsamından çıkarılan bazı önermeler çalışma kapsamından ve test maddelerinden çıkarılmıştır.

Süreç/Uygulama

Hazırlanan test MEB tarafından verilen gerekli izinlerle ve belirtilen tarihler arasında, çalışma grubu olarak belirlenmiş üç okulda 12. sınıfta eğitim gören toplam 240 öğrenciye hiçbir ayırım ve sıralama yapılmaksızın uygulanmıştır. Uygulama öncesinde öğrencilerin gönüllü olarak, samimiyetle ve stresten uzak bir şekilde çalışmaya katılabilmesi, uygulamanın etik kurallar çerçevesinde gerçekleşebilmesi için gerekli açıklamalar, bilgilendirmeler ve güdülemeler yapılmıştır. Dış etkenlerin uygulama sonuçlarını etkilememesi açısından gerekli önlemler alınmıştır. Uygulama sınıf ortamında, öğrencilerin her zaman alışkın olduğu oturma düzeninde, okulda görevli öğretmen eşliğinde gerçekleştirilmiştir. Test 12. sınıfta eğitim gören bir öğrencinin sıkılmadan, rahatlıkla kısa bir süre içinde cevaplandırabileceği niteliklerde 16 adet soru içermektedir. Testin çözümü için öğrencilere 20-25 dakika arasında, yarım ders saati gibi bir süre tanınmıştır. Uygulamaya katılan bütün öğrenciler bu süre içerisinde sorunsuz bir şekilde testi tamamlayabilmıştır.

Veri Analizi

Çalışmada toplanmış olan veriler, çalışma problem cümlelerine cevap olabilecek şekilde farklı yönlerden incelenmiş, yapılması gereken analizler ve bu analizler için kullanılabilecek programlar değerlendirilmiştir.

Öğrencilerin verdikleri cevaplar, seçimleri ve gerekçeleri ayrıntılı şekilde incelenmiş ve kavram yanlışları belirlenmiştir. Kapsam ve yapı geçerliliği için uzman görüşlerine başvurulmuştur. Testin standart sapması, güvenilirlik katsayısı, madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri gibi veriler istatistiksel bir paket programı ile hesaplanmıştır.

Araştırmacı Rolü

Soruların tamamı hazırlanırken uzman görüşleri dikkate alınmıştır. Uygulama öncesinde sorular MEB tarafından belirlenen kurulca incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Uygulamalar okulda görevli öğretmenler eşliğinde gerçekleştirilmiştir. Uygulama sonrasında verilerin değerlendirilmesi tamamen objektif bir şekilde, iki aşamalı testlerin değerlendirme kriterlerine uygun olarak yapılmıştır. Test maddelerine ait standart sapma, güvenilirlik katsayısı, madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri objektif bir şekilde istatistiksel bir programında analiz edilmiş ve uzman görüşlerine sunulmuştur.

Geçerlilik ve Güvenilirlik

Çalışmada geçerlilik ve güvenilirliğin sağlanabilmesi için öğretim programı ve eğitim sürecinde kullanılan ders kitapları incelenmiştir. Gerekli konularda uzman görüşleri

alınmıştır, literatürde yapılmış olan çalışmalar, kullanılmış olan testler ve yöntemler, sonuçları, sınırlılıkları incelenerek bütün bu veriler ışığında sorular ve önermeler düzenlenmiştir. Soruların tamamının fotosentez konusuyla ilgili olmasına, farklı konuların ve farklı bilgilerin çalışmaya karışmamasına, testte yalnızca ölçülmek istenen verileri elde etmemizi sağlayacak soruların yer almasına dikkat edilmiştir.



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Bulgular

Bu kısımda uygulanan fotosentez teşhis testi (F.T.T.) sonrası elde edilen bulgular verilmektedir. Uygulama sonuçları istatistiksel paket programında değerlendirilmiş, güvenilirlik katsayısı, madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri hesaplanmış, elde edilen sayısal değerler yorumlanmış, kavram yanlışlıkları belirlenmeye çalışılmıştır.

Fotosentez Teşhis Testi (F.T.T.) Uygulaması

Hazırlanan iki aşamalı teşhis testi 2018-2019 eğitim öğretim yılı Güz yarıyılında üç Anadolu Lisesi'nin 12. sınıfında sayısal alan eğitimi gören toplam 240 öğrenciye uygulanmıştır. Test iki aşamalı 16 sorudan oluşmakta ve uygulama süresi de 20-25 dakika arasındadır.

Tablo 4. *Uygulamaya Katılan Öğrencilere İlişkin Demografik Bilgiler*

OKUL	N Toplam	N Kız	N Erkek
Anadolu Lisesi 1	98	59	39
Anadolu Lisesi 2	69	41	28
Anadolu Lisesi 3	73	39	34

N: kişi sayısı

Fotosentez Teşhis Testi Değerlendirme Çalışmaları

Uygulama sonrasında teşhis testinin puanlandırılması iki aşamalı teşhis testlerinin değerlendirme kriterlerine uygun olarak yapılmıştır (Karataş, Köse & Coştu, 2003). Çoktan seçmeli ve açık uçlu olan kısımlar kendi içerisinde farklı değerlendirme kriterlerine sahiptirler. Buna dayanılarak değerlendirmeler öğrencilerin cevaplandırma şekline göre çoktan seçmeli ya da açık uçlu olmasına göre yapılmıştır.

Gerekçesini çoktan seçmeli seçenekler arasından seçmiş olan öğrencilerin cevapları doğru ya da yanlış olarak, açık uçlu olarak açıklamayı seçen öğrencilerin yazmış oldukları gerekçeler ise doğru, kısmen doğru ya da yanlış olarak değerlendirilmiştir (Karataş, Köse & Coştu, 2003; Ormancı & Özcan 2012). Kullanılan değerlendirme kriterleri ve puanları Tablo 5'de gösterilmektedir.

Tablo 5. *İki Aşamalı Teşhis Testlerinin Puanlandırılmasında Kullanılan Değerlendirme Kriterleri ve Puanları*

Değerlendirme Kriterleri	Puan
Doğru Cevap – Doğru Gerekçe	3
Doğru Cevap – Kısmen Doğru Gerekçe	2
Yanlış Cevap – Doğru Gerekçe	2
Doğru Cevap – Yanlış Gerekçe	1
Yanlış Cevap – Yanlış Gerekçe	0

Puanlandırmalar sonrasında toplanan verilerin doğruluğu ve uygunluğu kontrol edilerek verilerin analizi bir istatistiksel paket programında yapılmıştır. Güvenilirlik katsayısı, madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri hesaplanmıştır.

Fotosentez Teşhis Testi Güvenilirlik ve Geçerlilik Çalışmaları

Ölçme işlemlerinin ve buna bağlı olarak yapılan diğer tüm çalışma ve değerlendirmelerin önemli ve anlamlı olabilmesi için ölçme aracının sahip olması gereken en önemli iki nitelik güvenilirlik ve geçerliliktir. Bu ölçme aracının iki niteliği de sağlaması gerekmektedir, yalnızca birinin bulunması aracın amacına hizmet edebilmesi için yeterli değildir (Karasar, 2014).

Güvenilirlik çalışmaları.

Büyüköztürk ve diğerlerine (2014) göre güvenilirlik kavramı üç farklı anlamda kullanılabilir. Bunlar; duyarlılık, kararlılık ve tutarlılıktır. Ölçme aracı amacına uygun şekilde ölçülmek istenilen özelliğe göre yeterli duyarlılıkta olmalıdır. Aynı ölçme aracıyla aynı amaç için aynı koşullarda ancak farklı zamanlarda yapılan çalışmalarda birbirine benzer sonuçlar elde edilmelidir yani kararlılık göstermelidir. Ölçme aracı ile bir özelliği birçok kez ölçtüğümüzde ölçme sonuçları birbirine yakın olmalı yani tutarlılık göstermelidir. Güvenilirlik kavramı; ölçme aracının ölçmek istediği özelliği ne kadar doğru ölçtüğü ile ilgilidir ve ölçme sonuçları mümkün olduğunca hatalardan uzak olmalıdır (Büyüköztürk vd., 2014).

Seçer'e (2013) göre bir ölçme aracının güvenilirliğini belirleyebilmek için kullanılan dört farklı yöntem vardır. Bu yöntemler; test tekrar test yöntemi, eşdeğer formlar yöntemi, iki yarı yöntemi ve Cronbach alpha yöntemidir.

- *Test tekrar test yöntemi:* Test tekrar test yönteminde aynı ölçme aracı aynı gruba belirli aralıklarla uygulanır ve iki uygulama sonucu elde edilen puanlar arasındaki

korelasyona bakılarak ölçme aracının güvenilirliği hesaplanır. Bu yöntem elde edilen puanların ne kadar kararlılık gösterdiğine dair bilgi verir (Seçer, 2013).

- *Eşdeğer formlar yöntemi:* Eşdeğer formlar yönteminde aynı özelliği ölçebilecek birbirine paralel iki ölçme aracı kullanılarak uygulamalar yapılır ve uygulamalar sonucu elde edilen puanlar arasındaki korelasyona bakılarak ölçme aracının güvenilirliği hesaplanır. Bu yöntem elde edilen puanların ne kadar kararlılık gösterdiğine dair bilgi verir (Seçer, 2013).
- *İki yarı yöntemi:* İki yarı yöntemi özellikle ölçek geliştirme çalışmalarında sıklıkla kullanılan güvenilirlik belirleme yöntemlerinden biridir. Sadece bir kez uygulama yapılır ve uygulama sonrasında ölçme aracı iki eşit parçaya bölünür. Bu parçalar arasındaki tutarlılığa bakılarak güvenilirliği hesaplanır (Seçer, 2013).
- *Cronbach alpha yöntemi:* Cronbach alpha yöntemi özellikle ölçek geliştirme çalışmalarında sıklıkla kullanılan güvenilirlik belirleme yöntemlerinden biridir. Sadece bir kez uygulama yapılır, uygulama sonrasında ölçme aracındaki maddelerin birbiri ile uyumuna bakılarak güvenilirliği hesaplanır ve ölçme aracının iç tutarlılığı belirlenir (Seçer, 2013).

F.T.T.'nin güvenilirliği belirlenirken Cronbach alpha yöntemi kullanılmıştır. Test öğrencilere bir kez uygulanmış ve uygulama sonrası testte bulunan maddelerin birbiri ile uyumuna bakılmıştır. Cronbach alpha yöntemine göre ölçme aracında bulunan maddeler arasındaki uyum değeri yani α değeri 0 ile 1 arasında bir değer almaktadır.

Fotosentez teşhis testi güvenilirlik değeri (α) Tablo 6'da gösterilmektedir (Büyüköztürk vd., 2014; Karasar, 2014; Seçer, 2013).

Tablo 6. *F.T.T. Güvenilirlik Değeri (α)*

A	Madde sayısı
0.81	16

Cronbach alpha değeri (α) ölçme aracının güvenilirliğini göstermektedir. Ölçme aracının güvenilir ve iyi bir iç tutarlılık düzeyine sahip olduğunun söylenebilmesi için bu değer en az 0.70 olması gerekmektedir. Çalışmada, F.T.T.'nin güvenilirlik değeri ise 0.81 olarak hesaplanmıştır. Bu da mevcut testin güvenilir bir test olduğunu, iyi bir iç tutarlılık düzeyine sahip olduğunu ve %81 oranında ölçmek istenilen özellikleri doğru şekilde ölçtüğünü göstermektedir (Büyüköztürk vd., 2014; Seçer, 2013).

Geçerlilik çalışmaları.

Geçerlilik, kullanılan ölçme aracının hazırlanma amacına ne derece hizmet edebildiğinin ölçüsüdür. Ölçme aracı yalnızca ölçülmek istenen niteliğe dair bilgiler vermeli ve başka nitelikleri ölçme işlemine karıştırmamalıdır. Elbette bir ölçme aracının geçerli olabilmesinin ilk koşulu güvenilir olmasıdır. Güvenilirlik düzeyi geçerlilik için bir üst sınır oluşturmaktadır. Ancak “güvenilir olan her test geçerlidir” şeklinde bir yorum yapılamaz (Karasar, 2014).

Tezbaşaran’a (2008) göre ölçekten elde edilen puanların geçerliliği puanların kullanım amacıyla ilişkilidir. Eğer bir zeka testinden elde edilen puanlar bireylerin zeka düzeylerini belirlemek amacıyla kullanılıyorsa puanlar amacına uygun olarak kullanılmış demektir. Bireylerin görüş ya da akademik başarı gibi özelliklerini belirlemek için kullanılırlarsa söz konusu puanlar geçersiz kalacaktır (Tezbaşaran, 2008).

Geçerlilik için “kanıtlara dayalı tahmin ve yorumlarda bulunmaktır” denebilir. Geçerliliğin sağlanabilmesi için ölçmenin amacına uygun olarak farklı yöntemler kullanılabilir. En çok kabul gördüğü şekli ile üç gruba ayrılmaktadır; kapsam geçerliliği, ölçüt geçerliliği ve yapı geçerliliği.

- *Kapsam geçerliliği:* Kapsam geçerliliği, ölçme aracının ölçülmek istenen özelliğe ait evreni içerisinde ne kadar barındırdığı ile alakalıdır. Geçerliliği sağlayabilmek için ölçülmek istenen özellik; çok iyi bir şekilde tanımlamalı, amaca uygun şekilde sınırlar oluşturmalı, gerekli kriterleri belirlemeli ve bu kapsama sahip maddelerle evren oluşturulmalıdır. Oluşturduğumuz maddeler ölçme işlemi sonucunda ulaşmak istediğimiz her bilgiyi bize verebilmelidir, başka bir deyişle her kriteri temsil eden bir madde bulunmalıdır (Yurdugül, 2005).

F.T.T. kapsam geçerliliğinin sağlanabilmesi için önce literatür taraması ile fotosentez konusu üzerine yapılmış çalışmalar ve bu çalışmalarda kullanılmış olan maddeler incelenmiştir. Daha sonra öğrencilerin kullanmakta olduğu ders kitapları incelenerek konuların kapsamı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu doğrultuda belirlenen önermelerden oluşan sorular uzman görüşleri de alınarak düzenlenmiştir.

Tablo 7’de Fotosentez bölüm başlığı altında yer alan konular ve bu konular ile ilişkili olarak hazırlanmış sorular yer almaktadır.

Tablo 7. *Konu Başlıkları ve İlgili Soru Maddeleri*

Konu Başlıkları	Soru Maddeleri
Fotosentezin Gerçekleştiği Yapılar	7, 8, 11, 12, 16
Fotosentez Reaksiyonları	1, 2, 3, 6, 9, 14, 15
Organik Moleküllerin Sentezi	5, 10
Fotosentez Hızını Etkileyen Faktörler	4, 3

Tablo 8’de sorular içerisinde yer alan kavramlar ve kavram yanılgıları yer almaktadır.

Tablo 8. *Soru Kökünde Yer Alan Kavramlar ve Görülen Kavram Yanılgıları*

Soru No:	Soru Kökünde Yer Alan Kavramlar	Sahip Olunan Kavram Yanılgıları	Literatürdeki benzer sonuçlar
1	Işık enerjisi olmadığında bitkide solunum olayı devam eder ve oksijen alımı gerçekleşir.	Fotosentez ve solunum aynı anda gerçekleşmez. Fotosentez olayı her zaman gerçekleşir. Işık enerjisi yokken de fotosentez gerçekleşebilir.	2, 4, 7 2, 4, 7 2, 4,
2	Işık enerjisi olmadığında solunum olayı devam eder ve karbondioksit dışarı verilir.	Işık enerjisi yokken de fotosentez gerçekleşebilir. Yalnızca ışık enerjisi yokken solunum olayı gerçekleşir. Fotosentez olayı her zaman devam eder.	2, 4 2, 4, 5, 7 2, 4, 7
3	Işık enerjisi varlığında yani fotosentez sırasında açığa çıkan oksijen dışarı verilir.	Bitkilerde solunum karbondioksit alıp oksijen vermek şeklindedir. Ortaya çıkan oksijenin bir kısmı kullanılır bir kısmı dışarıya verilir. Oksijen atık bir maddedir.	1, 4, 5 Diğer çalışmalarda rastlanmamıştır. Diğer çalışmalarda rastlanmamıştır.
4	Oksijen bir yan ürün olduğu için fotosentez reaksiyonları için önemli bir etken değildir.	Klorofil içermeyen mantarlar gibi canlılarda fotosentez yapabilir. Fotosentez bir çeşit solunum olayıdır. Fotosentezde karbondioksit yerine oksijen kullanılabilir.	2, 4, 6 4, 5, 6, 7 Diğer çalışmalarda rastlanmamıştır.
5	Bitkiler metabolizmaları için gereken enerjiyi tüm canlılar gibi besinlerden elde ederler.	Fotosentez enerji üretme reaksiyonudur. Güneşten gelen enerji metabolik olaylar için kullanılır. Bitkiler enerjiye ihtiyaç duymazlar.	2, 3, 4, 5, 7 4, 5 Diğer çalışmalarda rastlanmamıştır.
6	Fotosentez sonucu dışarı verilen oksijen suyun fotolizi sonucu açığa çıkar.	Oksijenin kaynağı karbondioksittir.	Diğer çalışmalarda rastlanmamıştır.
7	Kloroplast veya klorofil taşıyan canlılar fotosentez yapabilmektedir.	Tüm bitkiler fotosentez yapabilir. Sadece yeşil renkte görünen bitkiler fotosentez yapabilir. Güneş ışığı alan tüm bitkiler fotosentez yapabilir.	4 4 Diğer çalışmalarda rastlanmamıştır.
8	Ökaryot canlılar kloroplast bulundurabilir ve kloroplastları yoluyla fotosentez yapabilir. Prokaryot canlılar klorofil bulundurabilir ve klorofiller yoluyla fotosentez yapabilir.	Yeşil renkte görünmeyen bitkiler kloroplast bulundurmaz ve fotosentez yapmazlar. Öğlena prokaryot bir canlıdır ve kloroplast bulundurmaz.	Diğer çalışmalarda rastlanmamıştır. 3

Tablo 8. (devamı)

		Siyanobakteriler yeşil renkli görünmediği için kloroplast bulundurmamaktadır.	Diğer çalışmalarda rastlanmamıştır.
9	Fotosentez olayının amacı besin üretmektir.	Fotosentezin amacı havadaki karbondioksiti temizlemektir. Fotosentezin amacı güneş ışığı depolamaktır. Fotosentez bir solunum olayıdır.	1, 2, 5 2, 5 4, 5, 6, 7
10	Bitkiler fotosentez yapamama durumuna karşı besin depo ederler.	Güneş ışığını depolayıp karanlıkta besin üretebilirler. ATP üretilip depolayabilirler.	Diğer çalışmalarda rastlanmamıştır. Diğer çalışmalarda rastlanmamıştır.
11	Klorofil güneş ışığından gelen enerji ile karbondioksit ve su içerisindeki hidrojenin birleşip organik besin oluşturmasını sağlar.	Klorofil, su ve karbondioksit ile birleşip besin oluşturur. Karbondioksit ve su güneş enerjisiyle birleşip besin oluşturur.	2, 4 2, 4
12	Klorofil molekülünün yapısında C,H,O,N ve Mg atomları bulunur. Fotosentezin başlaması için klorofilin güneş ışığını absorbe etmesi gerekmektedir.	Fotosentezin başlaması için ATP üretilmesi gerekmektedir. Fotosentez klorofilde depolanan enerji ile gerçekleşebilir. Klorofil yapısında yalnızca Mg atomu yer alır.	Diğer çalışmalarda rastlanmamıştır. Diğer çalışmalarda rastlanmamıştır. Diğer çalışmalarda rastlanmamıştır.
13	Fe, klorofil sentezinde görev alan enzimin yapısına kofaktör olarak katılır ve yokluğu fotosentez hızını azaltan bir etkidir.	Klorofilin yapısında Fe bulunmaktadır.	Diğer çalışmalarda rastlanmamıştır.
14	Fotosentez tepkimeleri ile ilgili, Ferrodoksin ışığa bağımlı tepkimelerde yer alan bir bileşiktir.	Ferrodoksin ışıktan bağımsız tepkimelerde yer almaktadır.	Diğer çalışmalarda rastlanmamıştır.
15	Işığa bağımlı tepkimeler iki kısımdan oluşur ve her iki kısımda da ATP üretimi gerçekleşir. Bir kez NADPH ₂ oluşur ve bir kez de suyun fotolizi gerçekleşir.	NADPH ₂ oluşumu iki kez gerçekleşir. Suyun fotolizi iki kez gerçekleşir.	Diğer çalışmalarda rastlanmamıştır. Diğer çalışmalarda rastlanmamıştır.
16	ATP sentezi ve oksijenin açığa çıkması kloroplastın granasında, besin sentezi stromasında gerçekleşir.	ATP sentezi stromada gerçekleşir. Oksijenin açığa çıkması stromada gerçekleşir.	Diğer çalışmalarda rastlanmamıştır. Diğer çalışmalarda rastlanmamıştır.

Canal, (1999) (1), Haslam & Treagust, (1987) (2), Karagöz, (2016) (3), Köse, (2004) (4), Tekkaya & Balcı, (2003) (5), Kırılmazkaya & Kırbağ Zengin, (2016) (6), Marmaroti & Galanopoulou, (2006) (7).

- *Ölçüt geçerliliği:* Geliştirilen ölçme aracının istenilen özelliği ne kadar ölçebildiğini görebilmek için bu ölçme aracı bir ölçüt ile karşılaştırılıp değerlendirilir. Kullanılacak bu ölçüt aynı amaçlar doğrultusunda hazırlanmış ve güvenilir olan başka bir ölçme aracı olabilir. Bu ölçüt sonuçları ve elde edilen

ölçme sonuçları arasındaki korelasyona bakılır ve aralarında pozitif yönde bir korelasyon olması beklenir (Tezbaşaran, 2008).

F.T.T.'de ölçüt olarak MEB tarafında yapılmış olan TEOG sınavı kullanılmıştır. Bu sınav ülke genelinde uygulanmış ve güvenilir bir sınav olarak kabul edilmektedir. Çalışmanın uygulandığı okullardaki öğrenciler de bu sınav sonuçlarına bakılarak okullara yerleştirilmiş öğrencilerdir. Uygulamanın yapıldığı üç okul başarı sıralamasına göre; Anadolu Lisesi 1, Anadolu Lisesi 2, Anadolu Lisesi 3 şeklinde sıralanmaktadır. Test puanlarına bakılarak üst grup ve alt gruptaki öğrenciler belirlendiğinde, sonuçların ölçüt sonuçları ile pozitif bir korelasyonda olabilmesi için, üst grupta Anadolu Lisesi 1 öğrencilerinin alt grupta ise Anadolu Lisesi 2 öğrencilerinin çoğunlukta olması beklenmektedir. Fotosentez teşhis testi sonuçlarına göre belirlenen üst ve alt gruptaki öğrencilerin okullara göre dağılım frekansları Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. *F.T.T. Üst ve Alt Gruptaki Öğrencilerin Okullara Göre Dağılım Frekansları*

	Okullar	Öğrenci Sayısı
Üst Grup	Anadolu Lisesi 1	59
	Anadolu Lisesi 2	5
Alt grup	Anadolu Lisesi 1	7
	Anadolu Lisesi 2	23
	Anadolu Lisesi 3	34

F.T.T.'de beklenildiği üzere üst grupta Anadolu Lisesi 1 öğrencileri 59 öğrenci ile çoğunluğu oluştururken alt grupta Anadolu Lisesi 3 öğrencileri 34 öğrenci ile çoğunluğu oluşturmaktadır. Anadolu Lisesi 2 ise TEOG sonuçlarına göre bu üç okul içerisinde ortalama puanlara sahip olan lisedir ve hem üst hem de alt grupta yer alan öğrencileri bulunmaktadır. Bu değerlere bakılarak testin ölçüt geçerliliğinin bulunduğunu söylemek mümkündür.

- *Yapı geçerliliği:* Kullanılan ölçme aracı eğer doğrudan gözlemlenemeyecek soyut yapıları ölçmeyi amaçlıyorsa, bu soyut yapıları gözlemlenebilir hale getirecek uygun maddeler yazılarak ölçme aracı geliştirilir. Ölçme aracında kullanılan maddelerin gerçekten istenilen amaca hizmet edip etmediğinin anlaşılması için kullanılan maddelerin hangi faktörleri temsil ettiği araştırılır. Bu araştırma sonucu ölçme aracının yapı geçerliliğini verir (Ergin, 1995).

Yapı geçerliliği belirlemede kullanılabilecek farklı yöntemler bulunmaktadır. Faktör analizi, bilinen bir ölçekle karşılaştırma, ölçülmek istenen özellik açısından bilinen ve bilinmeyen iki gruba ölçek uygulanarak sonuçlar karşılaştırılabilir veya uzman görüşleri alınarak geçerlilik sağlanabilir (Büyüköztürk vd., 2014; Karasar, 2014). Mevcut çalışmada da

F.T.T. yapı geçerliliği için uzman görüşleri alınmıştır ve çalışma soruları da fotosenteze dair kavramları içerdiğinden yapı olarak gerekli özellikleri sağlamaktadır.

Fotosentez Teşhis Testi Test ve Madde Analiz Çalışmaları

Ölçme aracı ile ölçme sonrası elde edilmiş verilerin anlamlandırılması ve yorumlanması için test ve madde analizleri yapılır. Bu sayede toplanan veriler birer sayı olmaktan çıkar ve anlam kazanır.

Test analizi çalışmaları.

Bir çalışmada yapılacak tüm analizler öncesinde testin nasıl bir dağılıma sahip olduğu ve hangi analiz tekniklerinin yapılmasına uygun olduğu incelenmelidir. Bunun için testin istatistik çalışmaları yapılır. Aritmetik ortalama, standart sapma, mod, medyan ve dağılım özellikleri hesaplanarak değerlendirilmelidir.

F.T.T.'ye ait test analizi sonuçları Tablo 10'da verilmiştir. Teste cevap veren kişi sayısı 240'tır. Test maddeleri ortalaması 1,138-2,592 değerleri arasında değişmektedir. Ortalamanın standart hatası 0,56-0,93 arasındadır, standart sapma ise 0,86-1,45 değerleri arasında değişmektedir.

Tablo 10. *F.T.T. Test Analizi Sonuçları*

Maddeler	N	Ort.	Standart hata	S
1	240	1,729	,0739	1,1451
2	240	1,875	,0745	1,1539
3	240	2,592	,0560	,8678
4	240	2,438	,0722	1,1186
5	240	1,183	,0941	1,4578
6	240	1,896	,0896	1,3879
7	240	2,358	,0751	1,1629
8	240	1,138	,0874	1,3545
9	240	2,133	,0803	1,2438
10	240	2,058	,0830	1,2859
11	240	1,800	,0702	1,0870
12	240	2,329	,0750	1,1625
13	240	1,617	,0797	1,2353
14	240	1,200	,0908	1,4059
15	240	1,450	,0929	1,4397
16	240	1,217	,093	1,442

N: Kişi sayısı, Ort.: Ortalama, S.: Standart sapma

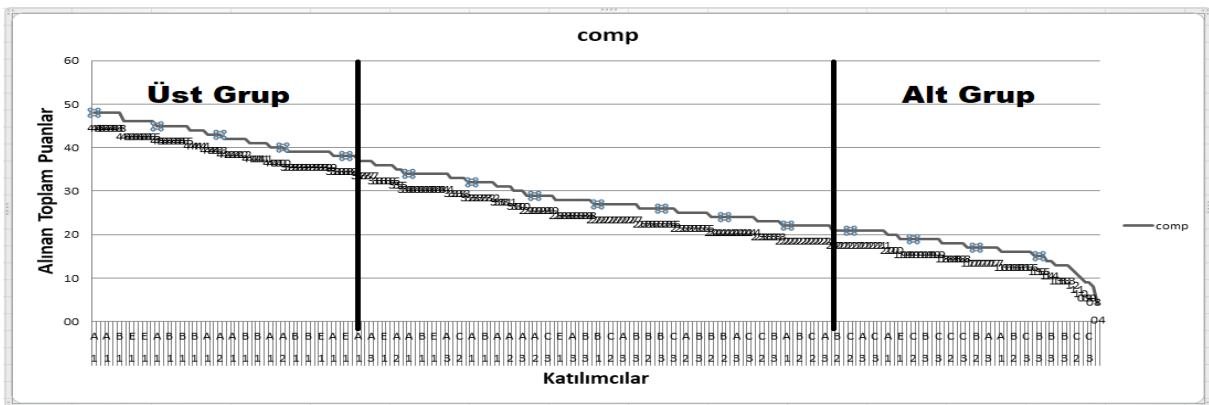
Madde analizi çalışmaları.

Testin güvenilirlik ve geçerlilik çalışmalarının yanında testi oluşturan maddelerin analiz edilmesi ve istatistik değerlerinin hesaplanması da büyük önem taşımaktadır. Madde güçlük indeksi ve madde ayırt ediciliği gibi değerler özellikle test geliştirme çalışmalarında testi değerlendirme ve geliştirme konusunda rehber olacak değerlerdir (Büyüköztürk vd., 2014). Madde analizi, kullanmış olduğumuz maddelerin beklentilerimizi ne derece karşıladığını, ölçmek istediğimiz özellikleri ne kadar isabetli ölçtüğünü, maddelerimizin ne kadar kullanışlı olduğunu ve maddelerde eğer varsa ne gibi hataların olduğunu, düzeltilmesi gereken unsurların neler olduğunu görmemizi sağlar. Bu doğrultuda hazırlanan maddeleri amaca daha uygun bir hale getirebilir ve uygulamalarda daha istendik sonuçlar elde edebilir (Tezbaşaran, 2008).

Madde analizlerinin yapılabilmesi için öncelikle test sonuçları değerlendirilmeli alt ve üst gruplar oluşturulmalıdır. Katılımcılar puanlandırma sonuçlarına bakılarak en yüksek puandan en düşük puana doğru sıralanır, en yüksek puanları alan katılımcıların bulunduğu üst sınırdan ve en düşük puanları alan katılımcıların bulunduğu alt sınırdan %27'lik kısımlar alınarak alt ve üst gruplar oluşturulmuş olur. Üst grup ölçmek istenilen özelliklere pozitif yönde sahip olan katılımcılardan, alt grup bu özelliklere negatif yönde sahip olan katılımcılardan oluşmaktadır. Madde analizleri bu alt ve üst gruptaki katılımcılar üzerinden yapılır (Tezbaşaran, 2008).

F.T.T. toplam 240 öğrenciye uygulanmıştır. Öğrenciler puan sıralamasına göre sıralanmış ve belirtildiği şekilde %27'lik kısımlar alınarak alt ve üst gruplar oluşturulmuştur. Alt ve üst grubun her biri 64 öğrenciden oluşmaktadır.

Şekil 2'de öğrencilerin almış oldukları puanlar büyükten küçüğe doğru sıralanmış, alt ve üst gruplar gösterilmiştir.



Şekil 2. Öğrencilerin aldıkları toplam puanların büyükten küçüğe sıralanması ve belirlenen alt grup ve üst gruplar.

Madde güçlüğü.

Madde güçlük indeksi, testteki maddelere katılımcıların ne kadarının doğru cevap verdiğinin göstergesidir. Başka bir deyişle testteki soruların ne kadar zor ve ne kadar kolay olduğunu göstermektedir. Madde güçlük indeksi, bir soruya alt ve üst gruptan doğru cevap vermiş olan öğrenci sayısının, alt ve üst grupta bulunan toplam öğrenci sayısına oranı ile hesaplanmaktadır. Her soru için ayrı ayrı madde güçlük indeksleri hesaplanmalıdır. Böylece, hazırlanmak istenilen ölçme aracının niteliğine göre soruların zorlukları belirlenerek istenilen sorular ölçme aracına dâhil edebilir.

Madde güçlük indeksi 0 ile 1 arasında bir değer almaktadır, sıfıra yaklaştıkça madde zorlaşmakta bire yaklaştıkça da kolaylaşmaktadır. Eğer madde güçlük indeksi 0 ise bu o maddeye kimsenin doğru cevap veremediğini gösterir ki bu da istenilmeyen bir durumdur ve bu maddenin ölçme aracından çıkarılmasını gerektirmektedir. Eğer madde güçlük indeksi 1 ise bütün katılımcıların o maddeye doğru cevap verdiğini gösterir, bu da maddenin ayırt ediciliğinin hesaplanamayacağı anlamına gelir ve eğer amaç katılımcılar arasında bir ayırım yapabilmekse bu maddeyi de ölçme aracından çıkarmak gerekmektedir.

F.T.T. deki madde güçlük indeksleri Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. *F.T.T. ’deki Soruların Madde Güçlük İndeksleri*

Sorular	p _j	Sorular	p _j
1. soru	0,50	9. soru	0,58
2. soru	0,52	10. soru	0,62
3. soru	0,78	11. soru	0,49
4. soru	0,76	12. soru	0,70
5. soru	0,40	13. soru	0,47
6. soru	0,59	14. soru	0,33
7. soru	0,77	15. soru	0,43
8. soru	0,42	16. soru	0,46

Ortalama 0,55

P_j: Madde Güçlük İndeksi

Genel olarak madde güçlük indeksinin 0,50 civarında olması beklenmektedir. Elbette testte göreceli olarak daha kolay ve zor maddelere de yer verilmektedir. Ancak 0,30 değerinin altında olan maddeler teste dâhil edilmemelidir. F.T.T.’de güçlük indekslerine bakıldığında 0,30 değerinin altında hiçbir maddenin olmadığı görülmektedir. Yalnızca 14. sorunun 0,33 değeri ile diğer sorulara kıyasla daha zor bir madde olduğu yorumunu yapabiliriz. 3., 4., 7. ve 12. sorular içinse 0,70 ve üzerindeki değerleri ile testin en kolay soruları olduğunu söyleyebiliriz. Diğer tüm sorular ise 0,40 ile 0,70 arasındaki değerleri ile orta kolaylıkta olan

sorulardır. Genel anlamda değerlendirecek olursak F.T.T.’de ortalama 0,55 güçlük değeri ile istenilen güçlükte bir testtir (Büyüköztürk vd., 2014).

Madde ayırt edicilik indeksi.

Ayırt edicilik indeksi, test maddesinin ölçülmek istenilen özellik bakımından katılımcıları ne kadar ayırt edebildiğinin ölçüsüdür. Ayırt edicilik indeksi -1 ile +1 arasında değer almaktadır. Ayırt edicilik sıfıra (0) yaklaştığında maddenin ayırt ediciliği düşmektedir ve o maddenin testten çıkarılması gerekmektedir. Pozitif yönde 1’e yaklaştığında ise maddenin ayırt ediciliğinin iyi olduğu yorumu yapılmaktadır. Negatif yönde 1’e yaklaştığında ise “ters yönde bir ayırım yapıyor” demektir ve bu durumda da maddenin testten çıkarılması gerekmektedir (Büyüköztürk vd., 2014).

Testteki bir soruya doğru cevap veren öğrenci sayısı üst grupta çokken alt grupta az olması beklenir. Böylece o soruyu bilen öğrenci ile bilmeyen öğrenciyi birbirinden ayırmış olacaktır. Bazı durumlarda ise tam tersi olabilmektedir. Soruya doğru cevap veren öğrenci sayısı alt grupta daha çok olabilir bu da negatif ayırt edicilik olarak değerlendirilir ve ters yönde bir ayırım yapar, bu maddelerin de testten çıkarılması gerekmektedir. Büyüköztürk ve diğerlerine (2014) göre ayırt edicilik değeri şu şekilde yorumlanabilir.

- Değer 0,40’dan büyük ise maddenin ayırt ediciliği çok iyidir.
- Değer 0,30 ile 0,39 arasında ise madde kullanılabilir, iyi bir maddedir ancak küçük geliştirmeler de yapılabilir.
- Değer 0,20 ile 0,29 arasında maddenin düzeltilmesi gerekmektedir.
- Değer 0,20’den küçük ise madde ölçme aracından çıkarılmalı ya da tamamen değiştirilmelidir.

F.T.T.’deki maddelerin ayırt edicilik indeksleri ise alt ve üst grup farkına dayalı madde analizi ile hesaplanarak Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. F.T.T.'deki Soruların Ayırt Edicilik İndeksleri

Sorular	r_{jx}		
1.soru	0,81	9.soru	0,40
2.soru	0,85	10.soru	0,67
3.soru	0,37	11.soru	0,73
4.soru	0,44	12.soru	0,56
5.soru	0,72	13.soru	0,56
6.soru	0,56	14.soru	0,48
7.soru	0,42	15.soru	0,51
8.soru	0,80	16.soru	0,80

r_{jx} : Ayırt Edicilik İndeksi

Ölçme aracıdaki soruların ayırt edici olabilmesi için ayırt edicilik indekslerinin 0,40 ile +1 arasında değerlere sahip olması beklenmektedir. F.T.T.'deki soruların ayırt edicilik indekslerine bakıldığında 3. soru dışındaki tüm soruların istenilen aralıkta olduğu görülmektedir. 3. soru ise 0,37 ayırt edicilik değeri ile testte tutulabilir bir sorudur ancak daha ayırt edici olabilmesi açısından soru üzerinde küçük geliştirmeler yapılabilir.

Fotosentez Teşhis Testi Maddeleri Ve İlgili Analiz Çalışması

Madde 1 analiz bulguları.

Soru 1. Hangisi ışık enerjisi olmadığı zaman bitkiler tarafından çok miktarda alınır?

- 1) Karbondioksit
- 2) Oksijen
- 3) Hidrojen

Çünkü:

- A. Bu gaz bitkilerde sürekli olarak gerçekleşen solunumda kullanılır.
- B. Bu gaz bitkilerde her zaman oluşan fotosentezde kullanılır.
- C. Bu gaz bitkilerde hiç ışık enerjisi yokken fotosentezde kullanılır.
- D. Bu gaz bitkilerde yalnızca ışık enerjisiyle fotosentez yapılmadığında solunum için kullanılır.
- E. _____

Madde 1'de fotosentez sırasında ve fotosentezin gerçekleşmediği zamanlarda canlıda meydana gelen olaylarla ilgili bilgiler ölçülmeye çalışılmıştır. Bitkiler de tıpkı tüm canlılar gibi solunum yapmaktadır ve fotosentez bir solunum olayı değildir. Solunum olayının fotosentez reaksiyonlarından ayrı olarak ışık enerjisi varlığına bağlı olmaksızın her zaman

devam ettiği bilgisi kullanılarak soru cevaplanmalıdır. Fotosentezin gerçekleşmediği zamanlarda karbondioksit veya hidrojenin çok miktarda alınmasına gerek yoktur yalnızca oksijen alınarak solunuma devam edilmesi gerekir. İlk kısımda cevap “oksijen” olmalıdır. İkinci kısımda ise öğrenciler solunumun her zaman devam ettiği bilgisine dikkat ederek A şıkkını seçmelidir. Doğru cevap 2-A şeklinde olmalıdır.

Tablo 13’de çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdikleri doğru ve yanlış cevap sayıları ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 13. *Madde 1 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri*

	n	%
Doğru cevap doğru gerekçe	96	40,2
Doğru cevap yanlış gerekçe	87	36,4
Yanlış cevap doğru gerekçe	20	8,4
Yanlış cevap yanlış gerekçe	36	14,6
Total	239	100,0

Çalışma grubunu oluşturan 240 ğrenci arasından 239 ğrenci soruyu cevaplandırmıştır. 1 ğrenci boş bırakmayı seçmiştir. 96 ğrenci 2-A işaretleyerek doğru cevap doğru gerekçe ile cevap vermiştir, bu öğrenciler çalışma grubunun %40,2’sini oluşturmaktadır.

Tablo 14’de çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdiği cevaplar ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 14. Madde 1 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri

Cevap/ Gerekçe	A (n)	B (n)	C (n)	D (n)	E (n)		Boş (n)
1	18 %7,6	11 %4,6	13 %5,4	4 %1,7	Doğru gerekçe	-	1
					Kısmen doğru gerekçe	-	%0,4
					Yanlış gerekçe	3 %1,3	
2	96 %40,2	11 %4,6	18 %7,6	52 %21,7	Doğru gerekçe	-	2
					Kısmen doğru gerekçe	-	%0,8
					Yanlış gerekçe	4 %1,7	
3	-	-	1 %0,4	1 %0,4	Doğru gerekçe	-	-
					Kısmen doğru gerekçe	-	
					Yanlış gerekçe	-	
Boş	2 %0,8	-	1 %0,4	1 %0,4	Doğru gerekçe	-	1
					Kısmen doğru gerekçe	-	
					Yanlış gerekçe	-	

Maddenin ilk kısmında öğrencilerin çoğunluğu doğru cevabı seçebilmiştir ancak 49 öğrenci yani çalışma grubunun %20,6'sı karbondioksit işaretlemiştir. Bu öğrenciler bitkiler için her zaman söylenen ve zihinlerde yer etmiş olan “Karbondioksit alıp oksijen verir”. cümlesinden dolayı bu şekilde bir yanılgıya düşmüşlerdir. İlkokul yıllarından itibaren öğretilen bu yüzeysel bilgi, sonraki yıllarda ayrıntılı bir şekilde öğrenilmeli, fotosentez konusu işlenirken hatırlanmalı ve bitkilerin güneş ışığı varlığında fotosentez sırasında karbondioksit alıp reaksiyonlar sonucu oksijen açığa çıkardığı bilgisiyle ilişkilendirilmelidir.

Maddenin ikinci kısmında ise özellikle fotosentez ve solunum ayrımının yapıp yapılmadığını gözleyebilmek için yerleştirilmiş olan D şıkkı toplam 58 öğrenci yani çalışma grubunun %24,2'si tarafından işaretlenmiştir. Bu öğrenciler “fotosentez ve solunumun aynı anda yapılmadığı” yanılgısına sahiptir. Oysa solunum gündüz ve gece boyunca devam etmektedir.

Madde 2 analiz bulguları.

Soru 2. Hangisi ışık enerjisi olmadığı zaman bitkiler tarafından çok miktarda dışarı verilir?

- 1) Karbondioksit
- 2) Oksijen
- 3) Hidrojen

Çünkü:

- A. Bu gaz ışık enerjisi olmadığında gerçekleşen fotosentez sırasında bitkiler tarafından dışarı verilir.
- B. Bitkiler yalnızca ışık enerjisi olmadığında solunum yapabildikleri için bu gazı ışık enerjisi yokluğunda dışarı verirler.
- C. Yeşil bitkiler hiç ışık enerjisi olmadığında fotosentez yapmayı durdurur solunuma devam ederler ve bu nedenle bu gazı dışarı verirler.
- D. Bitkiler her zaman fotosenteze devam ettikleri için bu gazı her zaman dışarı verirler.
- E. _____

Madde 2’de fotosentez sırasında ve fotosentezin gerçekleşmediği zamanlarda canlıda meydana gelen olaylarla ilgili bilgiler ölçülmeye çalışılmıştır. Güneş ışığı olmadığında fotosentez gerçekleşmediği için oksijen veya hidrojen çıkışı olması mümkün değildir. Yalnızca solunum sonucu açığa çıkan karbondioksit dışarı verilir. İlk kısımda karbondioksit seçilmelidir. İkinci kısımda ise fotosentez yapmayı durdurur solunuma devam eder bilgisi dikkate alınarak C şıkkı seçilmelidir. Doğru cevap 1-C şeklinde olmalıdır.

Tablo 15’de çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdikleri doğru ve yanlış cevap sayıları ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 15. Madde 2 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri

	n	%
Doğru cevap doğru gerekçe	116	48,4
Doğru cevap yanlış gerekçe	86	35,8
Doğru cevap kısmen doğru gerekçe	2	0,8
Yanlış cevap doğru gerekçe	6	2,4
Yanlış cevap yanlış gerekçe	30	12,6
Total	240	100

Çalışma grubunu oluşturan 240 öğrencinin tamamı soruyu cevaplandırmıştır. 116 öğrenci 1-C işaretleyerek iki kısımda da doğru cevap vermiştir. Bu öğrenciler çalışma grubunun %48,4’ünü oluşturmaktadır.

Tablo 16’da çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdiği cevaplar ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 16. Madde 2 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri

Cevap/Gerekçe	A (n)	B (n)	C (n)	D (n)	E (n)		Boş (n)
1	34 %14,2	49 %20,4	116 %48,4	2 %0,8	Doğru gerekçe	-	1
					Kısmen doğru gerekçe	2 %0,8	%0,4
					Yanlış gerekçe	-	
2	6 %2,5	4 %1,7	2 %0,8	12 %5	Doğru gerekçe	-	3
					Kısmen doğru gerekçe	-	%1,3
					Yanlış gerekçe	-	
3	3 %1,3	-	2 %0,8	-	Doğru gerekçe	-	-
					Kısmen doğru gerekçe	-	
					Yanlış gerekçe	-	
Boş	1 %0,4	1 %0,4	2 %0,8	-	Doğru gerekçe	-	-
					Kısmen doğru gerekçe	-	
					Yanlış gerekçe	-	

Maddenin ilk kısımda öğrencilerin %85'i doğru cevap vermiştir. Öğrencilerin %11,3'ü oksijen, %2,1 gibi çok düşük bir kısmı da hidrojen cevabını vermiştir. Maddenin ikinci kısmında ise özellikle A ve B seçeneği en çok işaretlenen seçenekler olmuştur. A seçeneği “fotosentezin ışık enerjisi olmadığı zamanlarda da gerçekleşebildiği” yanılgısını içerir ve çalışma grubunun %18,4'ü bu yanılığa sahiptir. Bu yanılığa neden olan en büyük etken güneş ışığının kimyasal enerjiye dönüştürüldüğünde depo edilebileceği yanılıgıdır. Depo edilmiş olan güneş enerjisi daha sonra kullanılarak fotosentez yapılabilir şeklinde düşünülmektedir.

Maddenin B seçeneği ise “bitkiler yalnızca gece solunum yapabilirler” yanılgısını içermektedir ve çalışma grubunun toplam %22,5'i bu yanılığa sahiptir. “Gündüz fotosentez, gece solunum yapar” şeklinde kalıplaşmış olan yanlış bir bilgi bu yanılığa neden olmaktadır.

Madde 3 analiz bulguları.

Soru 3. Hangisi ışık enerjisi varlığında bitkiler tarafından çok miktarda dışarı verilir?

- 1) Karbondioksit
- 2) Oksijen
- 3) Hidrojen

Çünkü:

- A. Bu gaz ışık enerjisi varlığında dışarı verilir, çünkü bitkiler güneş enerjisi varlığında fotosentez sonucu bu gazı üretirler.
- B. Bu gaz ışık enerjisi varlığında dışarı verilir, çünkü bitkiler gün boyunca solunum yapar.
- C. Bu gaz ışık enerjisi varlığında bitkiler tarafından çok fazla işlem için kullanılır ve fazlası dışarı verilir.
- D. Bu gaz ışık enerjisi varlığında bitkiler tarafından atık madde olarak dışarı atılır.
- E. _____

Madde 3’de fotosentez sırasında gerçekleşen olaylarla ilgili bilgiler ölçülmeye çalışılmıştır. Öğrenci ışık enerjisi varlığında fotosentez sırasında gerçekleşen olaylar, dışarı verilen ve alınan maddeler ile ilgili bilgilerini kullanarak soruyu cevaplandırmalıdır. Işık enerjisi varlığında fotosentez gerçekleşmektedir ve oksijen çıkışı olmaktadır. Elbette ışık enerjisi olsun ya da olmasın karbondioksit çıkışı da devam etmektedir ancak soruda özellikle ışık varlığı belirtilmiş olduğu için oksijen seçeneği seçilmelidir. İkinci kısımda ise; bitkiler güneş enerjisi varlığında fotosentez sonucu bu gazı üretirler bilgisinin bulunduğu A şıkkı seçilmelidir. Doğru cevap 2-A şeklinde olmalıdır.

Tablo 17’de çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdikleri doğru ve yanlış cevap sayıları ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 17. Madde 3 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri

	n	%
Doğru cevap doğru gerekçe	192	80,0
Doğru cevap yanlış gerekçe	28	11,7
Yanlış cevap doğru gerekçe	9	3,7
Yanlış cevap yanlış gerekçe	11	4,6
Total	240	100

Çalışma grubunu oluşturan 240 öğrencinin tamamı soruyu cevaplandırmıştır. 192 öğrenci 2-A işaretleyerek iki kısımda da doğru cevap vermiştir ve bu öğrenciler çalışma grubunun %80’ini oluşturmaktadır.

Tablo 18’de çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdiği cevaplar ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 18. Madde 3 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri

Cevap/Gerekçe	A (n)	B (n)	C (n)	D (n)	E (n)		Boş (n)
1	5 %2,1	3 %1,3	1 %0,4	3 %1,3	Doğru gerekçe	-	-
					Kısmen doğru gerekçe	-	
					Yanlış gerekçe	-	
2	192 %80	12 %5	10 %4,2	4 %1,7	Doğru gerekçe	-	2
					Kısmen doğru gerekçe	-	%0,8
					Yanlış gerekçe	-	
3	2 %0,8	1 %0,4	-	1 %0,4	Doğru gerekçe	-	-
					Kısmen doğru gerekçe	-	
					Yanlış gerekçe	-	
Boş	2 %0,8	2 %0,8	-	-	Doğru gerekçe	-	-
					Kısmen doğru gerekçe	-	
					Yanlış gerekçe	-	

Doğru cevaplanma yüzdesi en yüksek olan maddedir. Maddenin ilk kısmında çalışma grubunun %91,7'si "oksijen" doğru cevabını vermiştir. Çalışma grubunun %5'i karbondioksit ve %1,6'sı hidrojen cevabını vererek yanlış cevaplandırmıştır.

Maddenin ikinci kısmında ise öğrencilerin %83,7'si doğru cevap olan A şıkkını işaretlemiştir. B şıkkını seçmiş olan öğrenciler çalışma grubunun %7,5'ini oluşturmaktadır ve bitkilerin solunum faaliyetinin "karbondioksit alıp oksijen vermek" şeklinde olduğu yanlışlığına sahiptir. Bu yanlış her zaman fotosentez için söylenen ve zihinlerde yer etmiş olan "Karbondioksit alıp oksijen verir". cümlesinden kaynaklanabilir.

Maddenin ilk kısmında doğru cevap verip ikinci kısmında C şıkkını işaretlemiş olan öğrenciler çalışma grubunun %4,2'sini oluşturur ve "oksijenin fazlasının dışarı atıldığını" söylemiştir. Ancak böyle bir durum söz konusu değildir, fotosentez sonucu oluşan oksijen dışarı verilirken solunum için ihtiyaç duyulan miktarda oksijende içeri alınır. D şıkkını işaretleyen öğrenciler ise çalışma grubunun %3,3'ünü oluşturmaktadır ve "oksijenin atık madde olduğu" yanlışlığına sahiptir, oksijen atık madde değil yan üründür. Bu yanlışlığa neden olan şey ise "oksijenin dışarı atılması" tabiridir.

Madde 4 analiz bulguları.

Soru 4. Hangisi fotosentez için önemli faktörlerden biri değildir?

- 1) Klorofil miktarı
- 2) Karbondioksit miktarı

3) Oksijen miktarı

Çünkü:

- A. Klorofil veya benzeri pigmentleri içermeyen mantarlar gibi bitkilerde fotosentez yapabilirler.
- B. Fotosentez bir çeşit solunum olayı olduğu için karbondioksit olmadan gerçekleşebilir.
- C. Fotosentez karbondioksit olmadığı zamanlarda oksijenle gerçekleştirilebilir.
- D. Fotosentez için oksijen gerekli değildir, oksijen fotosentezde bir yan üründür.
- E. _____

Madde 4’de fotosentez reaksiyonlarına dâhil olan faktörlerle ilgili bilgiler ölçülmeye çalışılmıştır. Öğrenci soruyu cevaplarken ilk kısımdaki seçenekleri değerlendirmeli, hangi faktörün nasıl etkileyeceğini ve hangi faktörün etkilemeyeceğini fark etmelidir.

Burada fotosentez reaksiyonu düşünüldüğünde oksijen reaksiyona dâhil olan değil reaksiyon sonucu açığa çıkan bir üründür bu yüzden reaksiyonu etkileyecek bir ürün değildir. Doğru cevap 3-D şeklinde olmalıdır.

Tablo 19’da çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdikleri doğru ve yanlış cevap sayıları ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 19. *Madde 4 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri*

	n	%
Doğru cevap doğru gerekçe	186	78,8
Doğru cevap yanlış gerekçe	3	1,3
Yanlış cevap doğru gerekçe	12	5,1
Yanlış cevap yanlış gerekçe	35	14,8
Total	236	100,0

Çalışma grubunu oluşturan 240 öğrenciden 236 öğrenci soruyu cevaplandırmış 4 öğrenci ise boş bırakmıştır. İki kısımda da doğru cevap veren 186 öğrenci vardır bu öğrenciler çalışma grubunun %78,8’ini oluşturmaktadır.

Tablo 20’de çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdiği cevaplar ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 20. Madde 4 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri

Cevap/Gerekçe	A (n)	B (n)	C (n)	D (n)	E (n)		Boş (n)
1	14 %5,9	-	-	4 %1,7	Doğru gerekçe	-	1
					Kısmen doğru gerekçe	-	%0,4
					Yanlış gerekçe	2 %0,8	
2	-	9 %3,8	3 %1,3	1 %0,4	Doğru gerekçe	-	2
					Kısmen doğru gerekçe	-	%0,8
					Yanlış gerekçe	1 %0,4	
3	-	-	2 %0,8	186 %78,8	Doğru gerekçe	1 %0,4	1 %0,4
					Kısmen doğru gerekçe	-	
					Yanlış gerekçe	-	
Boş	2 %0,8	1 %0,4	-	7 %2,9	Doğru gerekçe	-	4
					Kısmen doğru gerekçe	-	
					Yanlış gerekçe	-	

Doğru cevaplanma yüzdesi en yüksek ikinci maddedir. Maddenin ilk kısmında çalışma grubunun %80,4'ü ikinci kısımda ise çalışma grubunun %83,8'i doğru cevap vermiştir. Yanlış cevaplar ise en fazla 1-A seçeneğinde yoğunlaşmıştır. Bu cevabı veren öğrenciler “klorofil dışında bir pigmentin fotosentezi sağlayabileceği”, “mantarların fotosentez yapabildiği” ve klorofil miktarının fotosentezi etkilemeyeceği yanlışlarına sahiptir. Burada öğrencilerin farklı konulara ait bilgileri ortak bir kavram ağı içerisine almakta zorlandıkları ve bazı konularda da bilgi eksikliklerinin olduğu görülmektedir. Bitkiler farklı pigmentlere sahip olup farklı renklerde görünseler dahi hücrelerde yine klorofil bulunduğu ve yine klorofil sayesinde fotosentez yapıldığı bilinmeli ve mantarların bitki olmadığı, fotosentez yapamadığı ve heterotrof beslendikleri bilgisi burada hatırlanmalıdır.

2-B şeklinde cevap vermiş olan daha az sayıdaki öğrenci ise yine “fotosentez bir solunum olayıdır” yanlışına sahiptir. Bu yanlış solunum denildiğinde akla gelen oksijen ve karbondioksit yapılarının burada da kullanılıyor olmasından kaynaklanabilir.

Madde 5 analiz bulguları.

Soru 5. Bitkiler metabolizmaları için gereken enerjiyi nasıl üretirler?

- 1) Fotosentez ile
- 2) Güneş enerjisiyle

3) Solunum ile

Çünkü:

- A. Fotosentez bir enerji üretme reaksiyonudur.
- B. Solunum yoluyla besinleri parçalayarak üretirler.
- C. Güneşten gelen enerjiyi kullanarak üretirler.
- D. Bitkiler enerjiye ihtiyaç duymazlar.
- E. _____

Madde 5’de bitkilerin enerji üretme mekanizmaları ile ilgili bilgiler ölçülmeye çalışılmıştır. Bu soruyu öğrencilerin doğru cevaplayabilmesi için fotosentezin bitki için önemini ve reaksiyonların amacını doğru şekilde bilmeleri gerekmektedir. Fotosentez reaksiyonu bir enerji üretme reaksiyonu değil besin üretme reaksiyonudur. Güneşten elde edilen enerji ise canlının tüm metabolik olayları için değil fotosentez reaksiyonu için kullanılır. Bitkilerde tıpkı diğer tüm canlılar gibi enerjilerini solunum yoluyla besinleri parçalayarak elde ederler, doğru cevap 3-B şeklinde olmalıdır.

Tablo 21’de çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdikleri doğru ve yanlış cevap sayıları ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 21. Madde 5 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri

	n	%
Doğru cevap doğru gerekçe	93	39,2
Doğru cevap yanlış gerekçe	3	1,3
Yanlış cevap doğru gerekçe	1	0,4
Yanlış cevap yanlış gerekçe	140	59,1
Total	237	100,0

Çalışma grubunu oluşturan 240 öğrenciden 237 öğrenci soruyu cevaplandırmış 3 öğrenci ise boş bırakmayı seçmiştir. İki kısımda da doğru cevap veren 93 öğrenci bulunmaktadır bu öğrenciler çalışma grubunun %39,2’sini oluşturmaktadır.

Tablo 22’de çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdiği cevaplar ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 22. Madde 5 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri

Cevap/Gerekçe	A (n)	B (n)	C (n)	D (n)	E (n)		Boş (n)
1	59 %25	-	7 %3	1 %0,4	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - 1 %0,4	-
2	-	-	61 %25,7	1 %0,4	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - -	-
3	1 %0,4	93 %39,2	1 %0,4	-	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - -	1 %0,4
Boş	5 %2,1	1 %0,4	3 %1,3	2 %0,8	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - -	3

Maddenin doğru cevaplanma oranı yanlış cevaplanma oranından daha düşük çıkmıştır. Çalışma grubunun %59,1'i bitkilerin enerji ihtiyaçlarını nasıl karşıladıklarını bilmemektedir. Verilen yanlış cevaplar özellikle 1-A ve 2-C üzerinde yoğunlaşmaktadır. Çalışma grubunun %25'i "fotosentez sonucu enerji üretildiği" yanılıgına sahiptir, bu yanılıgı fotosentez amacının tam olarak bilinmediğini ve ışığa bağımlı evre reaksiyonları sırasında üretilen ATP'nin yalnızca fotosentezde kullanıldığı ayrıntısına dikkat edilmediğini göstermektedir. Çalışma grubunun %25,7'si ise "güneşten elde edilen enerjinin tüm faaliyetler için kullanıldığı" yanılıgına sahiptir. Bu yanılıgı da yine ışığa bağımlı evre reaksiyonları sırasında üretilen ATP'nin yalnızca fotosentezde kullanıldığı ayrıntısına dikkat edilmemesi, tüm canlıların besinleri parçalayarak enerji elde ettiği bilgisinin yalnızca ezberde kalması veya bu bilginin yalnızca heterotrof beslenen canlılar için geçerli olduğu düşüncesinden kaynaklanabilir.

Madde 6 analiz bulguları.

Soru 6. Bitkilerin fotosentez sonucu dışarı verdiği oksijenin kaynağı nedir?

- 1) Karbondioksit
- 2) Su
- 3) Toprak

Çünkü:

- A. Karbondioksitin içerdiği karbon glikoz oluşturmak için kullanılır oksijende dışarı verilir.
- B. Suyun parçalanması sonucu açığa çıkan oksijen dışarı verilir.
- C. Oksijen fotosentez sırasında karbondioksitle birlikte alınır, kullanılmadan dışarı verilir.
- D. Topraktan alınan bileşikler fotosentez sonucunda oksijene dönüşür ve dışarıya verilir.
- E. _____

Madde 6'de fotosentezde kullanılan maddeler ve bu maddelerin kaynakları ile ilgili bilgiler ölçülmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin bu soruyu doğru cevaplandırmaları için fotosentez denklemini, reaksiyona katılan ve ortaya çıkan ürünleri ve bu ürünlerin kaynaklarını bilmeleri gerekmektedir. Reaksiyon sonucu açığa çıkan oksijenin kaynağı topraktan alınan sudur. Işığa bağımlı evre reaksiyonlarında suyun fotolizi sonucu hidrojen ve oksijen açığa çıkar, hidrojen ışıktan bağımsız reaksiyonlarda kullanılmak üzere taşınırken oksijen dışarı verilir. Doğru cevap 2-B şeklinde olmalıdır.

Tablo 23'de çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdikleri doğru ve yanlış cevap sayıları ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 23. Madde 6 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri

	n	%
Doğru cevap doğru gerekçe	143	59,8
Doğru cevap yanlış gerekçe	16	6,7
Yanlış cevap doğru gerekçe	5	2,1
Yanlış cevap yanlış gerekçe	75	31,4
Total	239	100,0

Çalışma grubunu oluşturan 240 öğrenciden 239 öğrenci soruyu cevaplandırmış, 1 öğrenci ise boş bırakmayı seçmiştir. İki kısımda da doğru cevap veren 143 öğrenci bulunmakta ve bu öğrenciler çalışma grubunun %59,8'ini oluşturmaktadır.

Tablo 24'de çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdiği cevaplar ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 24. Madde 6 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri

Cevap/Gerekçe	A (n)	B (n)	C (n)	D (n)	E (n)	Boş (n)
1	54 %22,6	3 %1,3	4 %1,7	2 %0,8	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - 1 %0,4
2	3 %1,3	143 %59,8	7 %2,9	3 %1,3	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - -
3	1 %0,4	-	-	3 %1,3	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - -
Boş	2 %0,8	2 %0,8	-	2 %0,8	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - -

Maddenin ilk kısmında çalışma grubunun %66,6'sı, ikinci kısımda ise çalışma grubunun %61,9'u doğru cevap vermiştir. Yanlış cevaplar beklenildiği şekilde en çok 1-A seçeneğinde yoğunlaşmaktadır. Çalışma grubunun %22,6'sı "oksijen kaynağının karbondioksit olduğu" yanılığına sahiptir. Bu öğrenciler fotosentez denklemi içerisinde karbondioksit ve suyun hangi moleküllerinin glikozun yapısına katıldığını tam olarak öğrenememiştir. Karbondioksit reaksiyona ışıktan bağımsız evrede dâhil olur ve hem karbon hem de oksijen glikozun yapısına katılır. Suyun yapısındaki hidrojen de aynı şekilde glikozun yapısına katılırken oksijen dışarıya verilir.

Madde 7 analiz bulguları.

Soru 7. Hangi canlılar fotosentez yapabilir?

- 1) Kloroplast veya klorofil taşıyan canlılar
- 2) Tüm bitkiler
- 3) Yeşil bitkiler

Çünkü:

- A. Tüm bitkiler kloroplast bulundurur ve fotosentez yaparlar.
- B. Sadece yeşil olan bitkiler fotosentez yapabilirler.
- C. Kloroplast veya klorofil bulunduran tüm canlılar fotosentez yapabilirler.
- D. Güneş gören tüm bitkiler fotosentez yapabilirler.
- E. _____

Madde 7'de hangi canlıların fotosentez yapabileceği ve fotosentez yapabilmek için gerekli olan yapılarla ilgili bilgiler ölçülmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin bu soruyu

cevaplandırmaları için fotosentezin kloroplast organeli içindeki klorofil pigmentleri sayesinde ya da kloroplast bulundurmeyen fotosentetik canlılarda sitoplazma içerisindeki klorofil pigmentleri sayesinde gerçekleştiğini bilmeleri gerekmektedir. Doğada sadece bitkiler ya da yeşil renkli olan bitkiler fotosentez yapabilir şeklinde bir durum söz konusu değildir. Parazit olarak yaşayan bitkiler olduğu gibi yeşil renkte görünmeyen ve fotosentez yapabilen bitkilerde mevcuttur. Ayrıca bitki olmamasına rağmen fotosentez yapan algler, protistalar ve siyanobakteriler de vardır. Bu soruda doğru cevap 1-C şeklinde olmalıdır.

Tablo 25’de çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdikleri doğru ve yanlış cevap sayıları ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 25. Madde 7 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri

	n	%
Doğru cevap doğru gerekçe	178	76,1
Doğru cevap yanlış gerekçe	8	3,4
Yanlış cevap doğru gerekçe	12	5,1
Yanlış cevap yanlış gerekçe	36	15,4
Total	234	100,0

Çalışma grubunu oluşturan 240 öğrenciden 234 öğrenci soruyu cevaplandırmış, 6 öğrenci ise boş bırakmayı seçmiştir. İki kısımda da doğru cevap veren 178 öğrenci bulunmaktadır ve bu öğrenciler çalışma grubunun %76,1’ini oluşturmaktadır.

Tablo 26’da çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdiği cevaplar ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 26. Madde 7 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri

Cevap/Gerekçe	A (n)	B (n)	C (n)	D (n)	E (n)	Boş (n)
1	3 %1,3	-	178 %76,1	-	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - 1 %0,4
2	8 %3,4	-	1 %0,4	5 %2,1	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - -
3	-	16 %6,8	4 %1,7	1 %0,4	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	1 %0,4 - 2 %0,8
Boş	2 %0,8	-	5 %2,1	2 %0,8	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	1 %0,4 - -

Doğru cevaplanma yüzdesi oldukça yüksek bir maddedir. İlk kısımda çalışma grubunun %79,5'i, ikinci kısımda ise çalışma grubunun %80,3'ü doğru cevap vermiştir. En çok yanlış cevap ise 3-B seçeneğindedir. Çalışma grubunun %6,8'i "yalnızca yeşil bitkiler fotosentez yapabilir" yanıtına sahiptir. Yeşil renkte görünmeyen bitki türlerinin de yine klorofil pigmentlerini bulundurduğu ve fotosentez yapabildiği bilgisi unutulmuştur. Yine çalışma grubunun %5,5'lik küçük bir kısmı ikinci kısımda gerekçe olarak A seçeneğini işaretlemiştir, bu öğrenciler "bütün bitkilerin kloroplast bulundurduğu" yanıtına sahiptir. Bu yanıtı istisna oluşturan bazı bitki türlerinin bilinmemesinden ileri gelmektedir.

Madde 8 analiz bulguları.

Soru 8. Ototrof canlılardan hangisi kloroplastları yoluyla fotosentez yapamamaktadır?

- 1) Siyanobakteri
- 2) Öglena
- 3) Mavi ladin ağacı

Çünkü:

- A. Mavi ladin ağacı yeşil rengi yansıtmamaktadır yani kloroplast ve klorofiller yoluyla değil farklı bir molekül sayesinde besinini üretmektedir.
- B. Öglena tek hücreli ve prokaryot bir canlı olduğu için kloroplast bulundurmamaktadır.
- C. Siyanobakteriler yeşil rengi yansıtmamaktadır yani kloroplast ve klorofiller yoluyla değil farklı bir molekül sayesinde besinini üretmektedir.
- D. Siyanobakteriler tek hücreli ve prokaryot yapıda oldukları için kloroplast bulundurmamaktadır.
- E. _____

Madde 8'de hangi canlının hangi yapı ile fotosentez yaptığı bilgisini ölçen bir sorudur. Bu sorunun doğru cevaplanması için öğrencilerin seçeneklerdeki canlıların özelliklerine ilişkin bilgi sahibi olmaları, nasıl beslendiklerini ve nasıl fotosentez yaptıklarını bilmeleri gerekmektedir. Mavi ladin ağacı, bitkiler âleminde çamgiller familyasına ait bir bitki türüdür, yaprakları mavimsi bir renge sahiptir, ökaryot yapıda bir canlı olduğu için kloroplast bulundurur ve kloroplastları yolu ile fotosentez yaparak besinini üretir. Öglena, protista âleminde yer alan, ökaryot hücre yapısına sahip, kloroplast bulunduran tek hücreli bir canlıdır, ışık varlığında fotosentez yaparak besinini üretir. Siyanobakteri ise mavi renkte, prokaryot yapıda bir bakteri türüdür bu yüzden kloroplast bulundurmaz, sitoplazma içerisindeki

klorofiller sayesinde fotosentez yaparak kendi besinini üretir. Dolayısıyla madde 8 için doğru cevap 1-D şeklinde olmalıdır.

Tablo 27’de çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdikleri doğru ve yanlış cevap sayıları ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 27. Madde 8 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri

	n	%
Doğru cevap doğru gerekçe	78	34
Doğru cevap yanlış gerekçe	31	13,5
Yanlış cevap doğru gerekçe	4	1,7
Yanlış cevap yanlış gerekçe	117	50,8
Total	230	100,0

Çalışma grubunu oluşturan 240 öğrenciden 230 öğrenci soruyu cevaplandırmış, 10 öğrenci ise boş bırakmayı seçmiştir. İki kısımda da doğru cevap veren 78 öğrenci bulunmaktadır ve bu öğrenciler çalışma grubunun %34’ünü oluşturmaktadır.

Tablo 28’de çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdiği cevaplar ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 28. Madde 8 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri

Cevap/Gerekçe	A (n)	B (n)	C (n)	D (n)	E (n)	Boş (n)
1	1 %0,4	1 %0,4	29 %12,6	78 %34	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - -
2	-	53 %23	2 %0,9	1 %0,4	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - -
3	49 %21,3	1 %0,4	4 %1,7	1 %0,4	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - -
Boş	3 %1,3	4 %1,7	1 %0,4	2 %0,9	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - 10

Doğru cevaplanma oranı en düşük olan maddedir. İlk kısımda çalışma grubunun %47,4’ü, ikinci kısımda ise çalışma grubunun %35,7’si doğru cevap verebilmiştir. Yanlış cevaplar 1-C, 2-B ve 3-A seçenekleri üzerinde yoğunlaşmaktadır.

1-C şeklinde cevap vermiş olan öğrenciler çalışma grubunun %12,6'sını oluşturmaktadır. Bu öğrenciler “kloroplast varsa canlı mutlaka yeşil renkte görünür” şeklindeki yanılgıya sahiplerdir. Siyanobakteriler yeşil renkte olmadığı için kloroplast bulundurmuyor demektir ve kloroplast yoluyla fotosentez yapmaları mümkün değildir şeklinde düşünerek bu cevabı vermişlerdir. Burada siyanobakterilerin prokaryot yapıda oldukları göz ardı edilmiştir.

2-B şeklinde cevap veren öğrenciler çalışma grubunun %23'ünü oluşturmaktadır ve “öğlenanın ökaryot değil prokaryot bir canlı olduğu” yanılgısına sahiptir. Görüldüğü üzere prokaryot canlıların kloroplast bulundurmayacağı bilgisi tek başına doğru cevap vermek için yeterli değildir. Hangi canlıların prokaryot hangi canlıların ökaryot olduğu ve canlıların beslenme şekillerinin de fotosentez konusu işlenirken hatırlanması gerekmektedir.

3-A şeklinde cevap vermiş olan öğrenciler çalışma grubunun %21,3'ünü oluşturmaktadır ve bu öğrencilerde kloroplast bulunduran canlıların mutlaka yeşil renkte olması gerektiği yanılgısına sahiptir. Görüldüğü üzere bahsedilen canlı fotosentez yaptığı kesin olan bir canlı olsa dahi sahip olunan yanılgı bilinen doğruların ifade edilmesini ve soruların doğru cevaplanmasını engellemektedir.

Madde 9 analiz bulguları.

Soru 9. Bitkilerin fotosentez yapmasının bitkiye en önemli yararı nedir?

- 1) Havadaki karbondioksitin oksijene dönüştürülmesi
- 2) Işık enerjisinin kimyasal enerjiye dönüştürülmesi
- 3) Besin üretimi

Çünkü:

- A. Fotosentez bir özümleme reaksiyonudur, besin üretmek amaçlanır.
- B. Fotosentez sırasında güneş ışığı kimyasal enerjiye dönüştürülür ve glikozda saklanır.
- C. Fotosentez sırasında güneş enerjisi klorofili aktive ederek çalışmasını sağlar.
- D. Fotosentez bir solunum olayıdır karbondioksit alınır ve oksijen verilir.
- E. _____

Madde 9'de fotosentezin bitkiler için önemi ile ilgili bilgiler ölçülmeye çalışılmıştır. Fotosentezin hem gerçekleştiren canlı üzerine hem de diğer canlılar üzerine çeşitli etkileri vardır. A şıkkındaki “havadaki karbondioksitin oksijene dönüştürülmesi” fotosentezin tüm canlılar için faydalarından biridir. B şıkkındaki “ışık enerjisinin kimyasal enerjiye dönüştürülmesi” fotosentezin gerçekleşmesi sırasında olur ve bu enerji fotosentezde

kullanılmak amacıyla üretilir. C şıkkındaki “besin üretimi” ise bitkiler için fotosentezin asıl amacıdır ve fotosentezin canlıya en önemli yararı da budur. Doğru cevap 3-A şeklinde olmalıdır.

Tablo 29’da çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdikleri doğru ve yanlış cevap sayıları ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 29. Madde 9 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri

	n	%
Doğru cevap doğru gerekçe	152	63,8
Doğru cevap yanlış gerekçe	18	7,6
Yanlış cevap doğru gerekçe	19	8
Yanlış cevap yanlış gerekçe	49	20,6
Total	238	100,0

Çalışma grubunu oluşturan 240 öğrenciden 238 öğrenci soruyu cevaplandırmış 2 öğrenci ise boş bırakmayı seçmiştir. İki kısımda da doğru cevap veren 152 öğrenci bulunmaktadır ve bu öğrenciler çalışma grubunun %63,8’ini oluşturmaktadır.

Tablo 30’da çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdiği cevaplar ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 30. Madde 9 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri

Cevap/Gerekçe	A (n)	B (n)	C (n)	D (n)	E (n)		Boş (n)
1	4 %1,7	1 %0,4	2 %0,8	14 %5,9	Doğru gerekçe	-	-
					Kısmen doğru gerekçe	-	
					Yanlış gerekçe	2 %0,8	
2	6 %2,5	19 %8	5 %2,1	-	Doğru gerekçe	-	2
					Kısmen doğru gerekçe	-	%0,8
					Yanlış gerekçe	2 %0,8	
3	152 %63,8	15 %6,3	1 %0,4	1 %0,4	Doğru gerekçe	-	-
					Kısmen doğru gerekçe	-	
					Yanlış gerekçe	1 %0,4	
Boş	9 %3,8	-	2 %0,8	-	Doğru gerekçe	-	2
					Kısmen doğru gerekçe	-	
					Yanlış gerekçe	-	

Maddenin ilk kısımda çalışma grubunun %71,3'ü, ikinci kısımda çalışma grubunun %71,8'i doğru cevap vermiştir. Yanlış cevaplar ise çoğunlukla 1-D, 2-B ve 3-B seçenekleri üzerinde yoğunlaşmaktadır. 1-D şeklinde cevap veren öğrenciler çalışma grubunun %5,9'unu oluşturur ve "fotosentezin bir solunum olayı olduğu" yanılıgısına sahiplerdir. 2-B şeklinde cevap veren öğrenciler çalışma grubunun %8'ini oluşturur ve "ışık enerjisinin kimyasal enerjiye dönüştürülerek depolandığı" yanılıgısına sahiplerdir. 3-B şeklinde cevap veren öğrenciler çalışma grubunun %6,3'ünü oluşturmaktadır ve bu öğrenciler ilk kısımda doğru cevap verebilmiş olmalarına rağmen ikinci kısımda doğru gerekçe gösterememiş ve "enerjinin depolanacağı" yanılıgısına sahiptirler.

Madde 10 analiz bulguları.

Soru 10. Bitkilerin her zaman organik besin sentezleyememelerine karşın mevcut alternatif yol aşağıdaki özelliklerden hangisidir?

- 1) Hücrelerde besin depolama
- 2) Güneş ışığı depolama
- 3) Hücrelerde ATP depolama

Çünkü:

- A. Gündüz güneş ışığını depolayarak gecede fotosentez yapabilirler.
- B. Gece fotosentez yapamayacakları için gündüz besin depo edebilirler.
- C. Gece fotosentez yapamayacakları için gündüz ATP depolayabilirler.
- D. Gündüz ışığa bağımlı evre reaksiyonlarını gerçekleştirip gecede ışıktan bağımsız reaksiyonlar ile besin üretebilirler.
- E. _____

Madde 10 fotosentezin gerçekleşmediği zamanlarda beslenmenin nasıl gerçekleşebileceğine dair bir sorudur. Bilindiği gibi canlılar besinsiz kalma durumlarına karşı vücut yapılarında besin depo ederler. Bitkilerde aynı şekilde fotosentez yapamayacağı durumlar için hücrelerinde besin depo ederler. Güneş ışığı depolanması herhangi bir şekilde mümkün değildir, hücrelerde ATP depolamakta mümkün değildir hücreler gerekli enerjiyi üretir ve kullanırlar. Doğru cevap 1-B şeklinde olmalıdır.

Tablo 31'de çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdikleri doğru ve yanlış cevap sayıları ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 31. Madde 10 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri

	n	%
Doğru cevap doğru gerekçe	150	63,8
Doğru cevap yanlış gerekçe	26	11,1
Yanlış cevap doğru gerekçe	9	3,8
Yanlış cevap yanlış gerekçe	50	21,3
Total	235	100,0

Çalışma grubunu oluşturan 240 öğrenciden 235 öğrenci soruyu cevaplandırmış, 5 öğrenci ise boş bırakmayı seçmiştir. İki kısımda da doğru cevap veren 150 öğrenci bulunmaktadır ve bu öğrenciler çalışma grubunun %63,8’ini oluşturmaktadır.

Tablo 32’de çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdiği cevaplar ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 32. Madde 10 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri

Cevap/Gerekçe	A (n)	B (n)	C (n)	D (n)	E (n)	Boş (n)
1	4 %1,7	150 %63,8	3 %1,3	17 %7,2	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - -
2	11 %4,7	2 %0,8	2 %0,8	4 %1,7	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - -
3	-	4 %1,7	23 %9,8	3 %1,3	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - -
Boş	2 %0,8	3 %1,3	2 %0,8	2 %0,8	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - -

Maddenin ilk kısmında çalışma grubunun %74,8’i, ikinci kısımda ise çalışma grubunun %67,6’sı doğru cevap vermiştir. Yanlış cevaplar çoğunlukla 1-D, 2-A ve 3-C seçeneklerinde yoğunlaşmıştır. 1-D işaretleyen öğrenciler çalışma grubunun %7,2’sini oluşturmaktadır ve “ışığa bağımlı evre reaksiyonları gündüz, ışıktan bağımsız reaksiyonlar gece gerçekleşir” yanılıgına sahiplerdir. 2-A işaretleyen öğrenciler çalışma grubunun %4,7’sini oluşturmaktadır ve “güneş ışığının depolanabileceği” yanılıgına sahiplerdir. 3-C işaretleyen öğrenciler çalışma grubunun %9,8’ini oluşturmaktadır ve “ATP’nin depolanabileceği” yanılıgına sahiplerdir.

Madde 11 analiz bulguları.

Soru 11. Fotosentez reaksiyonu hangisinde doğru gösterilmiştir?



Çünkü:

- A. Klorofil, su ve karbon dioksit ile birleşip ışık enerjisinin varlığında glikoz üretir.
- B. Karbondioksit, su ve güneş enerjisi ile birleşip glikoz ve oksijen üretir.
- C. Klorofil güneş ışığından gelen enerjiyle karbondioksit ve suyu glikoz ve oksijen oluşturmak için birleştirir.
- D. Glikoz ve oksijen, klorofil ve ışık enerjisinin varlığında karbondioksit ve su oluşturmak için birleştirilir.
- E. _____

Madde 11’de fotosentez denklemi ile ilgili bilgiler ölçülmeye çalışılmıştır. Denkleme katılan, reaksiyonlar sırasında denkleme etki eden maddeler ve denklem sonucu açığa çıkan maddelerin bilinmesi gerekmektedir. Öğrenci fotosentezin başından sonuna kadar gerçekleşen tüm olayları genel bir şema içerisinde düşünmeli ve seçenekleri dikkatlice inceleyip zihnindeki bu şemaya en uygun olan seçeneği ve ifadeyi seçmelidir. Fotosentez sırasında karbondioksit ve su denkleme katılır, klorofiller ve güneş ışığı denkleme dâhil olarak reaksiyonların gerçekleşmesini sağlar ve sonuçta glikoz ile oksijen açığa çıkar. Doğru cevap 2-C şeklinde olmalıdır.

Tablo 33’de çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdikleri doğru ve yanlış cevap sayıları ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 33. Madde 11 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri

	n	%
Doğru cevap doğru gerekçe	103	43,1
Doğru cevap yanlış gerekçe	113	47,3
Yanlış cevap doğru gerekçe	5	2,1
Yanlış cevap yanlış gerekçe	18	7,5
Total	239	100,0

Çalışma grubunu oluşturan 240 öğrenciden 239 öğrenci soruyu cevaplandırmış, 1 öğrenci ise boş bırakmayı seçmiştir. İki kısımda da doğru cevap veren 103 öğrenci bulunmaktadır ve bu öğrenciler çalışma grubunun %43,1'ini oluşturmaktadır.

Tablo 34'de çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdiği cevaplar ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 34. Madde 11 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri

Cevap/Gerekçe	A (n)	B (n)	C (n)	D (n)	E (n)		Boş (n)
1	3 %1,3	-	1 %0,4	9 %3,8	Doğru gerekçe	-	-
					Kısmen doğru gerekçe	-	
					Yanlış gerekçe	-	
2	32 %13,4	78 %32,6	103 %43,1	2 %0,8	Doğru gerekçe	-	-
					Kısmen doğru gerekçe	-	
					Yanlış gerekçe	1 %0,4	
3	1 %0,4	1 %0,4	2 %0,8	2 %0,8	Doğru gerekçe	-	-
					Kısmen doğru gerekçe	-	
					Yanlış gerekçe	-	
Boş	2 %0,8	-	2 %0,8	-	Doğru gerekçe	-	1
					Kısmen doğru gerekçe	-	
					Yanlış gerekçe	-	

Madde 11 de diğer maddelerden farklı olarak ilk kısımda doğru cevap vermiş ancak ikinci kısımda yanlış gerekçe göstermiş olan öğrenciler çalışma grubunun %47,3'ünü yani çoğunluğunu oluşturmaktadır. Sonuçların bu şekilde olması, öğrencilerin görsel olarak verilen denklemi kolayca öğrenmiş olmalarına rağmen ifade etmeleri gerektiğinde zorlandıklarını göstermektedir. Yanlış cevapların büyük kısmı 2-A ve 2-B seçenekleri üzerinde yoğunlaşmaktadır. 2-A işaretlemiş olan öğrenciler çalışma grubunun %13,4'ünü oluşturur ve “klorofilin su ve karbondioksitle birleştiğini” söylemişlerdir. Klorofilin herhangi bir madde ile birleşmesi mümkün değildir yalnızca güneş ışığının kimyasal enerjiye dönüşmesini sağlamayan bir katalizördür. 2-B şeklinde cevap vermiş olan öğrenciler çalışma grubunun %32,6'sını oluşturmaktadır ve “karbondioksitin su ve güneş ışığıyla birleştiğini” söyleyerek, güneş ışığının olaya katıldığı yanlışlığına sahip olup aynı zamanda klorofilin varlığından da bahsetmemişlerdir. İlk kısımda 1.seçeneği işaretleyen öğrenciler araştırma grubunun %5,5 'ini oluşturmaktadır ve bu öğrenciler “fotosentez sonucunda karbondioksit ve su üretildiği” yanlışlığına sahiptir.

Madde 12 analiz bulguları.

Soru 12. Klorofil molekülü ile ilgili aşağıdaki verilenlerden hangisi doğru değildir?

- 1) Yapısında C, H, O, N ve Mg elementlerini bulundurmaktadır.
- 2) Fotosentez reaksiyonlarının gerçekleşebilmesi için öncelikle klorofil pigmentinin ışığı absorbe etmesi gerekmektedir.
- 3) Fotosentez reaksiyonları sırasında yalnızca klorofil a pigmenti etkilidir.

Çünkü:

- A. Fotosentez reaksiyonlarının başlayabilmesi için öncelikle ATP sentezinin yapılması gerekmektedir.
- B. Fotosentez reaksiyonları klorofilde depolanmış olan ışık sayesinde de gerçekleşebilmektedir.
- C. Fotosentez reaksiyonları sırasında diğer pigmentler de (klorofil a, klorofil b, ksantofil ve karotenoid) görev yaparlar.
- D. Yapısında yalnızca Mg elementini barındırmaktadır.
- E. _____

Madde 12’de klorofil molekülünün yapısı, özellikleri ve görevi ile ilgili bilgiler ölçülmeye çalışılmıştır. Aydınlik evre reaksiyonlarının başlamasını, güneş enerjisinin kimyasal enerjiye dönüştürülmesini ve ATP üretilmesini sağlayan molekül klorofildir. Yeşil renkte görünmektedir ve hücrenin de yeşil renkte görünmesini sağlamaktadır Fotosentez yapan her bitkinin hücrelerinde bulunmaktadır. Yapısında C, H, O, N ve Mg elementleri bulunur. Çeşitli dalga boylarındaki ışığı absorbe edebilir. Klorofil, klorofil-a, b, c, d, olarak farklı yapılarda bulunmaktadır. Bunlarda fotosentezde yardımcı pigment olarak görev almaktadırlar. Doğru cevap 3-C olmalıdır.

Tablo 35’de çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdikleri doğru ve yanlış cevap sayıları ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 35. Madde 12 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri

	n	%
Doğru cevap doğru gerekçe	173	73
Doğru cevap yanlış gerekçe	12	5
Yanlış cevap doğru gerekçe	14	6
Yanlış cevap yanlış gerekçe	38	16
Total	237	100,0

Çalışma grubunu oluşturan 240 öğrenciden 237 öğrenci soruyu cevaplandırmış, 3 öğrenci ise boş bırakmayı seçmiştir. İki kısımda da doğru cevap veren 173 öğrenci bulunmaktadır ve bu öğrenciler çalışma grubunun %73’ünü oluşturmaktadır.

Tablo 36’da çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdiği cevaplar ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 36. Madde 12 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri

Cevap/Gerekçe	A (n)	B (n)	C (n)	D (n)	E (n)	Boş (n)
1	4 %1,7	2 %0,8	6 %2,5	7 %3	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - -
2	3 %1,3	17 %7,2	5 %2,1	2 %0,8	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - -
3	6 %2,5	3 %1,3	173 %73	2 %0,8	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - -
Boş	1 %0,4	-	3 %1,3	1 %0,4	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - -

Maddenin ilk kısmında doğru cevap veren öğrenciler çalışma grubunun %78’ini, ikinci kısımda doğru cevap veren öğrenciler çalışma grubunun %78,9’unu oluşturmaktadır. Doğru cevaplanma oranı yüksek olan sorulardan biridir. Yanlış cevaplar ise en fazla 2-B seçeneğinde yoğunlaşmaktadır. 2-B şeklinde cevap veren öğrenciler çalışma grubunun %7,2’sini oluşturur ve “klorofillerin ışık depolayabileceği” yanılışına sahiplerdir. Klorofillerin güneş ışığı ya da enerji depolayabilmeleri mümkün değildir.

Madde 13 analiz bulguları.

Soru 13. Aşağıdaki iyonlardan hangisinin yokluğu fotosentez hızını azaltır?

- 1) Demir
- 2) Çinko
- 3) Mangan

Çünkü:

- A. Klorofil a yapısında çinko iyonu bulunduğu için yokluğu fotosentez hızını azaltır.
- B. Klorofil b yapısında mangan iyonu bulunduğu için yokluğu fotosentez hızını azaltır.
- C. Klorofil a yapısında demir iyonu bulunduğu için yokluğu fotosentez hızını azaltır.
- D. Demir fotosentezde görevli enzimin kofaktörü olduğu için yokluğu fotosentez hızını azaltır.
- E. _____

Madde 13’de fotosentez hızını etkileyen iyonlarla ilgili bilgiler ölçülmeye çalışılmıştır. İlk kısımdaki seçenekler arasından demir ışığa bağımlı evre reaksiyonlarında gerekli ATP’nin üretilmesi sırasında etkili olan ferrodoksin molekülünün yapısına katılmaktadır ve fotosentez reaksiyonlarında görevli bir enzimin de kofaktörü olarak görev yapmaktadır. Bu yüzden demir miktarı fotosentezin hızını etkilemektedir. Doğru cevap 1-D olmalıdır.

Tablo 37’de çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdikleri doğru ve yanlış cevap sayıları ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 37. Madde 13 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri

	n	%
Doğru cevap doğru gerekçe	98	42,1
Doğru cevap yanlış gerekçe	78	33,5
Yanlış cevap doğru gerekçe	8	3,4
Yanlış cevap yanlış gerekçe	49	21
Total	233	100,0

Çalışma grubunu oluşturan 240 öğrenciden 233 öğrenci soruyu cevaplandırmış, 7 öğrenci ise boş bırakmayı seçmiştir. İki kısımda da doğru cevap veren 98 öğrenci bulunmaktadır ve bu öğrenciler çalışma grubunun %42,1’ini oluşturmaktadır.

Tablo 38’de çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdiği cevaplar ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 38. Madde 13 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri

Cevap/Gerekçe	A (n)	B (n)	C (n)	D (n)	E (n)	Boş (n)
1	4 %1,7	1 %0,4	71 %30,5	98 %42,1	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - -
2	16 %6,9	3 %1,3	1 %0,4	-	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - 1 %0,4
3	1 %0,4	15 %6,4	2 %0,8	2 %0,8	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - -
Boş	2 %0,8	-	2 %0,8	6 %2,6	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - -

Maddenin ilk kısmında çalışma grubunun %75,5'i, ikinci kısımda ise çalışma grubunun %45,5'i doğru cevap vermiştir. Yanlış cevapların büyük bir kısmı 1-C seçeneğindedir. Öğrenciler ilk kısımda doğru cevap verebilmiş ancak ikinci kısımda çalışma grubunun %30,5'i yanlış gerekçe göstermiş “klorofil-a'nın yapısında demir elementi olduğunu” söylemişlerdir. Klorofil molekülünün yapısında karbon, hidrojen, oksijen, azot ve magnezyum elementleri bulunmaktadır. Demir elementi elektron taşıma sistemi olarak adlandırdığımız sistem içerisindeki ferrodoksin molekülü içinde yer almaktadır.

Madde 14 analiz bulguları.

Soru 14. Fotosentez tepkimeleri sırasında kullanılan eşleştirmelerinden hangisi doğru değildir?

- 1) Ferrodoksin – Işıktan bağımsız tepkimelerde yer almaktadır.
- 2) Sitokrom kompleksi – Devirli fotofosforilasyonda klorofil pigmentinin indirgenmesinde etkilidir.
- 3) PGA – Işıktan bağımsız reaksiyonlarda yer alan 3C'lu ara bileşiktir.

Çünkü:

- A. Sitokrom kompleksi, devirli fotofosforilasyonda elektronun tekrar klorofil pigmentine dönmesini sağlamaktadır.
- B. Ferrodoksin ışığa bağımlı tepkimelerde, devirli ve devirsiz fotofosforilasyonda yer almaktadır.
- C. PGA, ışıktan bağımsız reaksiyonlarda CO₂ tutan ilk bileşiktir.
- D. PGA, ışıktan bağımsız reaksiyonlarda 6C'lu ilk bileşiktir.
- E. _____

Madde 14'te fotosentez tepkimeleri ve tepkimelerde etkili olan moleküller ile ilgili bilgiler ölçülmeye çalışılmıştır. Bu sorunun doğru cevaplanabilmesi için öğrencinin tüm fotosentez reaksiyonlarını ve bu reaksiyonlarda etkili olan molekülleri bilmesi ve konuya bütünüyle hâkim olması gerekmektedir. İlk kısımda moleküller ve bu moleküllerle ilgili özellikler eşleştirilmiş olarak verilmiştir. Ferrodoksin ve sitokrom kompleksi ışığa bağımlı reaksiyonlar sırasında güneş ışığından ATP üretilmesini sağlarlar. PGA ise ışıktan bağımsız reaksiyonda glikozun üretilmesi sırasında oluşan bir ara bileşiktir. İkinci ve üçüncü şıklarda verilen bilgiler doğru birinci şıktaki bilgi yanlıştır. Maddenin doğru cevabı 1-B şeklinde olmalıdır.

Tablo 39’da çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdikleri doğru ve yanlış cevap sayıları ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 39. *Madde 14 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri*

	n	%
Doğru cevap doğru gerekçe	84	38,3
Doğru cevap yanlış gerekçe	10	4,6
Yanlış cevap doğru gerekçe	13	6
Yanlış cevap yanlış gerekçe	112	51,1
Total	219	100,0

Çalışma grubunu oluşturan 240 öğrenciden 219 öğrenci soruyu cevaplandırmış, 21 öğrenci ise boş bırakmayı seçmiştir. İki kısımda da doğru cevap veren 84 öğrenci bulunmaktadır ve bu öğrenciler çalışma grubunun %38,3’ünü oluşturmaktadır.

Tablo 40’da çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdiği cevaplar ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 40. *Madde 14 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri*

Cevap/Gerekçe	A (n)	B (n)	C (n)	D (n)	E (n)	Boş (n)
1	3 %1,3	84 %38,3	5 %2,3	1 %0,5	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - -
2	48 %22	8 %3,7	2 %0,9	1 %0,5	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - -
3	-	3 %1,3	21 %9,6	29 %13,2	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - 2 %0,9
Boş	2 %0,9	2 %0,9	2 %0,9	-	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - -

Maddenin doğru cevaplanma oranı oldukça düşüktür ve en çok boş bırakılan madde olmuştur. İlk kısımda doğru cevap veren öğrenciler çalışma grubunun %42,9’unu, ikinci kısımda doğru cevap veren öğrenciler çalışma grubunun %44,2’sini oluşturmaktadır. Çok sayıda öğrencinin (21) boş bırakmış olması öğrencilerin bilgi eksiklerinin olduğunu, konuya

hâkim olmadıklarını ve soruya yanlış cevap vermekten çekindiklerini göstermektedir. Nitekim boş bırakmış olan öğrenciler soruyu bilmediklerini belirtmiştir.

Yanlış cevaplar en fazla 2-A, 3-C ve 3-D seçenekleri üzerinde yoğunlaşmaktadır. 2-A şeklinde cevap veren öğrenciler çalışma grubunun %22'sini oluşturur ve devirli ve devirsiz fotofosforilasyonda yer alan moleküller ile ilgili bilgi eksiklikleri bulunmaktadır. Gerekçe olarak sitokrom kompleksinin elektronu klorofile ileten molekül olduğunu söylemişlerdir ancak elektron, ferredoksin ve sitokrom kompleksinden geçtikten sonra plastosiyanin adı verilen bir başka moleküle aktarılır ve bu yolla klorofile ulaşır.

3-C şeklinde cevap veren öğrenciler çalışma grubunun %9,6'sını oluşturur ve PGA molekülü ile ilgili bilgi eksiklikleri bulunmaktadır. Gerekçe olarak PGA'nın karbondioksiti tutan ilk bileşik olduğunu söylemişlerdir ancak karbondioksiti tutan ilk bileşik 5 C'lu RBP dir.

3-D şeklinde cevap veren öğrenciler çalışma grubunun %13,2'sini oluşturmaktadır ve PGA molekülü ile ilgili bilgi eksiklikleri bulunmaktadır. PGA'nın 6 karbonlu bir bileşik olduğunu söylemişlerdir ancak PGA 3 karbonlu bir bileşiktir.

Madde 15 analiz bulguları.

Soru 15. Işığa bağımlı tepkimelerde devirli ve devirsiz fotofosforilasyonda aşağıdaki olaylardan hangileri ortakdır?

- 1) NADPH_2 üretimi
- 2) ATP üretimi
- 3) H_2O kullanımı

Çünkü:

- A. ATP üretimi devirli ve devirsiz fotofosforilasyonda ortak olmaktadır.
- B. NADPH_2 üretimi iki fotofosforilasyon içinde ortakdır.
- C. Aynı H_2O molekülü hem devirli hem devirsiz fotofosforilasyon için kullanılır.
- D. İki fotofosforilasyon için ayrı ayrı H_2O molekülleri kullanılır.
- E. _____

Madde 15'de ışığa bağımlı tepkimeleri oluşturan devirli ve devirsiz fotofosforilasyon ile ilgili bilgiler ölçülmeye çalışılmıştır. Sorunun cevaplanabilmesi için bu reaksiyonlar sırasında gerçekleşen olayların ve üretilen ürünlerin bilinmesi gerekmektedir. Devirli fotofosforilasyonda sadece ATP üretimi gerçekleşirken, devirsiz fotofosforilasyonda ATP,

NADPH₂ üretimi ve H₂O kullanımı gerçekleşir. İki reaksiyon için de ortak olan ATP üretimidir, doğru cevap 2-A şeklinde olmalıdır.

Tablo 41’de çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdikleri doğru ve yanlış cevap sayıları ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 41. Madde 15 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri

	n	%
Doğru cevap doğru gerekçe	105	46,3
Doğru cevap yanlış gerekçe	11	4,8
Yanlış cevap doğru gerekçe	11	4,8
Yanlış cevap yanlış gerekçe	100	44,1
Total	227	100,0

Çalışma grubunu oluşturan 240 öğrenciden 227 öğrenci soruyu cevaplandırmış, 13 öğrenci ise boş bırakmayı seçmiştir. İki kısımda da doğru cevap veren 105 öğrenci bulunmaktadır ve bu öğrenciler çalışma grubunun %46,3’ünü oluşturmaktadır.

Tablo 42’de çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdiği cevaplar ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 42. Madde 15 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri

Cevap/Gerekçe	A (n)	B (n)	C (n)	D (n)	E (n)	Boş (n)
1	2 %0,9	41 %18	1 %0,4	2 %0,9	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - -
2	105 %46,3	5 %2,2	1 %0,4	4 %1,8	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - -
3	2 %0,9	2 %0,9	35 %15,4	12 %5,2	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - 1 %0,4
Boş	7 %3	3 %1,3	1 %0,4	1 %0,4	Doğru gerekçe Kısmen doğru gerekçe Yanlış gerekçe	- - -

Maddenin ilk kısmında doğru cevap vermiş olan öğrenciler çalışma grubunun %51,1’ini, ikinci kısımda doğru cevap vermiş olan öğrenciler çalışma grubunun %51,1’ini oluşturmaktadır. Yanlış cevaplar çoğunlukla 1-B ve 3-C seçenekleri üzerinde

yoğunlaşmaktadır. 1-B şeklinde cevap veren öğrenciler çalışma grubunun %18'ini oluşturmaktadır ve NADPH₂ üretiminin ortak olduğunu söylemişlerdir. 3-C şeklinde cevap veren öğrenciler çalışma grubunun %15,4'ünü oluşturmaktadır, suyun hidrolizinin ortak olduğunu ve aynı su molekülünün kullanıldığını söylemişlerdir. Öğrenciler suyun ortak olarak kullanıldığını düşünüp cevap vermiş olabilirler.

Madde 16 analiz bulguları.

Soru 16. Aşağıdaki olaylardan hangisi stromada gerçekleşir?

- 1) ATP sentezi
- 2) Oksijen çıkışı
- 3) Besin sentezi

Çünkü:

- A. ATP sentezi ışıktan bağımsız reaksiyonlar sırasında CO₂ kullanımı sonucu gerçekleşir.
- B. ATP sentezi ışıktan bağımsız reaksiyonlarda PGA oluşumu sırasında gerçekleşir.
- C. Oksijen çıkışı CO₂ kullanımı sonucu ışıktan bağımsız reaksiyonlarda gerçekleşir.
- D. Besin sentezi ışıktan bağımsız reaksiyonlar sonucunda oluşur.
- E. _____

Madde 16'da kloroplastın stroma kısmında gerçekleşen olaylar ile ilgili bilgiler ölçülmeye çalışılmıştır. Soruya doğru cevap verilmesi için kloroplastın kısımları, özellikleri ve gerçekleşen reaksiyonlar bilinmelidir. Kloroplast organeli iki kısımdan oluşmaktadır bunlar grana ve stromadır. Fotosentezin ışığa bağımlı reaksiyonları granada tilakoit zarlar üzerinde, ışıktan bağımsız reaksiyonları ise stromada gerçekleşir. ATP sentezi ve oksijenin açığa çıkması ışığa bağımlı reaksiyonlar sırasında meydana geldiği için bu olaylar granada gerçekleşir, besin sentezi ise ışıktan bağımsız reaksiyonlar sonucu stromada gerçekleşmektedir. Doğru cevap 3-D şeklinde olmalıdır.

Tablo 43'de çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdikleri doğru ve yanlış cevap sayıları ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 43. Madde 16 Cevaplanma Sayıları ve Yüzdeleri

	n	%
Doğru cevap doğru gerekçe	91	38,9
Doğru cevap yanlış gerekçe	5	2,1
Yanlış cevap doğru gerekçe	7	3
Yanlış cevap yanlış gerekçe	131	56
Total	234	100,0

Çalışma grubunu oluşturan 240 öğrenciden 234 öğrenci soruyu cevaplandırmış, 6 öğrenci ise boş bırakmayı seçmiştir. İki kısımda da doğru cevap veren 91 öğrenci bulunmaktadır ve bu öğrenciler çalışma grubunun %38,9'unu oluşturmaktadır.

Tablo 44'de çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin verdiği cevaplar ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 44. Madde 16 İçin Verilen Cevaplar ve Yüzdeleri

Cevap/Gerekçe	A (n)	B (n)	C (n)	D (n)	E (n)		Boş (n)
1	32 %13,7	27 %11,5	1 %0,4	4 %1,7	Doğru gerekçe	-	3
					Kısmen doğru gerekçe	-	%1,3
					Yanlış gerekçe	1 %0,4	
2	3 %1,3	3 %1,3	49 %20,9	3 %1,3	Doğru gerekçe	-	1
					Kısmen doğru gerekçe	-	%0,4
					Yanlış gerekçe	1 %0,4	
3	2 %0,8	1 %0,4	2 %0,8	91 %38,9	Doğru gerekçe	-	-
					Kısmen doğru gerekçe	-	
					Yanlış gerekçe	-	
Boş	5 %2,1	4 %1,7	2 %0,8	-	Doğru gerekçe	-	6
					Kısmen doğru gerekçe	-	
					Yanlış gerekçe	-	

Maddenin ilk kısmında doğru cevap vermiş olan öğrenciler çalışma grubunun %41'ini, ikinci kısımda doğru cevap vermiş olan öğrenciler çalışma grubunun %42'sini oluşturmaktadır. Yanlış cevaplar çoğunlukla 1-A, 1-B ve 2-C seçenekleri üzerinde yoğunlaşmaktadır ve işaretleyen öğrenci sayısı oldukça yüksektir. 1-A şeklinde cevap veren öğrenciler çalışma grubunun %13,7'sini oluşturmaktadır ve ATP sentezinin stroma da gerçekleştiğini söylemişlerdir. 1-B şeklinde cevap veren öğrenciler çalışma grubunun %11,5'ini oluşturmaktadır ve ATP sentezinin stroma da gerçekleştiğini söylemişlerdir. 2-C şeklinde cevap veren öğrenciler çalışma grubunun %20,9'unu oluşturmaktadır ve oksijen çıkışının stroma da gerçekleştiğini söylemişlerdir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma ile amaca uygun olarak lise öğrencilerinin fotosentez konusundaki kavramları anlama düzeylerini ve olası kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik geçerliliği ve güvenilirliği yüksek iki aşamalı bir teşhis testi geliştirilmiştir.

Çalışmanın birinci alt probleminin çözümü için fotosentez konusunda geçerli ve güvenilir iki aşamalı bir teşhis testi geliştirilmiştir. Bu nedenle literatürdeki mevcut iki aşamalı testler ayrıntılı olarak araştırıldığında söz konusu testlerin geliştirilmesinde çoğunlukla Haslam ve Treagust'un (1987) belirlemiş olduğu üç ana basamağın kullanıldığı belirlenmiştir. Karataş, Köse ve Coştu (2003) ise bu üç ana basamağı açıklayarak on alt basamak halinde ortaya koymuştur. Çalışmada önceki araştırmacıların açıkladığı basamaklar kullanılmıştır (Demirci & Akdemir 2009; Karataş, Köse & Coştu, 2003; Yumuşak, Maraş & Şahin 2016). Bunun nedeni yapılması gerekenleri çok daha ayrıntılı olarak ifade etmesi ve yapılacak çalışmaları daha düzenli hale getirmiş olmasıdır. Fotosentez teşhis testi de bu geliştirme basamakları uygulanarak hazırlanmış ve uzman görüşleri alınarak geçerliliği ve güvenilirliği sağlanmıştır.

Çalışmanın ikinci alt problemi doğrultusunda da lise öğrencilerinin fotosentez konusunda kazanması gereken kavramlar belirlenmiştir. Bulgulara göre öğrenciler fotosentezin önemini, özelliklerini ve reaksiyonlarını, fotosentetik canlılar ve özelliklerini, fotosentezde enerji üretimi ve solunumla farklarını kavramalıdır. Fotosentez, soyut olarak anlatılan bir reaksiyon zinciridir ve çok fazla kavram içermektedir. Bu nedenle öğrenciler bütün kavramları öğrenmekte zorluk çekmektedir.

Çalışmanın üçüncü alt problemi doğrultusunda ise lise öğrencilerinin fotosentez konusunda sahip olduğu kavram yanlışları tespit edilmiştir. Bulgulara göre belirlenen toplam 38 kavram yanlışından 19'u daha önce yapılmış çalışmalarda görülmeyen yanlışlardır ve hemen her soruda birden fazla yanlış tespit edilmiştir. Bu bulgular da iki aşamalı testlerin kavram yanlışlarını belirleme konusunda diğer yöntemlere göre daha avantajlı olduğunu göstermektedir. Çünkü diğer yöntemlere kıyasla öğrencilere daha kısa sürede, daha fazla sayıda soru ve seçenek yöneltilmiş böylece daha önce tespit edilmemiş muhtemel yanlışlar

belirlenmiştir (Karagöz, 2016; Kırılmazkaya & Kırbağ Zengin, 2016; Köse, 2004; Mikkila, 2001; Tekkaya & Balci, 2003;).

Çalışmanın dördüncü alt problemi doğrultusunda da testin kapsam ve yapı geçerliliği sağlanmıştır. Test maddeleri hazırlanırken literatür incelenmiş, öğrencilerin kullanmakta olduğu ders kitapları ve öğretim programının çizmiş olduğu konu çerçevesi incelenerek kapsam belirlenmiştir. Hazırlanan testin kapsam ve yapı geçerliliği uzman görüşleri alınarak sağlanmıştır. Ders kitaplarında fotosentez konusu oldukça kısa ve yüzeysel olarak yer almaktadır. Konu kapsamının önceki yıllara göre de azaltıldığı görülmektedir. Bu durum da test kapsamının başlangıçta düşünülenenden daha dar olmasına neden olmuştur.

Çalışmanın beşinci alt problemi doğrultusunda ise testin güvenilirliği sağlanmıştır. Test maddeleri hazırlanırken ölçülmek istenen veriler belirlenmiş ve bu verileri en iyi şekilde ölçmeyi sağlayacak seçenekler yerleştirilerek duyarlı bir test oluşturulmuştur. Testin daha sonraki yıllarda tekrar kullanılabilmesi ve benzer verilerin tekrar elde edilebilmesi için de maddeler fotosentez kavramlarından oluşturulmuştur. Böylece kararlı ve tutarlı bir test elde edilmiştir. Yapılan bu çalışmalar testin güvenilirliğini kanıtlar niteliktedir.

Çalışmanın altıncı alt problemi doğrultusunda da testin güvenilirlik katsayısı hesaplanmıştır. Güvenilirlik hesaplama yöntemi olarak sıklıkla tercih edilen Cronbach alpha yöntemi kullanılmıştır. Testin güvenilirliği ideal olarak belirlenen en alt değerden ve benzer çalışmalarda belirlenen değerlerden daha yüksek olarak hesaplanmıştır (Adadan & Savaşçı, 2012; Arslan, Çiğdemoğlu & Moseley, 2012; Çakır & Aldemir, 2013; Çil, 2015; Demirci & Akdemir, 2009; Loh, Subramaniam & Tan, 2014; Tsui & Treagust, 2010). Bu bulgu, güvenilirliği yüksek yani ölçmek istediği özellikleri ölçebilen bir test geliştirildiğini göstermektedir.

Öneriler

İki aşamalı testleri geliştirme süreci zaman alsa da; farklı alanlarda ve farklı amaçlar için kullanılabilir, uygulama süreci de oldukça kısadır ve öğrencinin anlama düzeyiyle ilgili pek çok bilgiye ulaşılmasını sağlar. Çalışmada daha önce fotosentez konusunu görmüş öğrencilere uygulama yapılarak öğrenme durumları ve mevcut kavram yanılgıları gözlenmiştir. Hazırlanan iki aşamalı fotosentez teşhis testi öğretimden önce öğrencilerin ön bilgilerini ölçmek ya da öğretim sonrasında öğretim yönteminin etkililiğini görmek için de kullanılabilir. İki aşamalı bir test geliştirilirken konu kapsamı ve test maddelerinde kullanılacak kavramlar dikkatli seçilmelidir. Soru kökleri ve seçenekler öğrencilerin rahatlıkla anlayabileceği şekilde ifade edilmelidir. Uygulama yapılacak kurumlarda görevli

öğretmenlerden bilgi ve görüş almak hem konu kapsamı hem de test maddelerinin öğrenciye uygunluğu açısından faydalı olmaktadır. Testin uygulaması sırasında öğrencilerin yapması gerekenler net bir şekilde açıklanmalı ve öğrencilerin düşüncelerini dürüstçe yansıtabilmeleri için uygun şartlar sağlanmalıdır. Test sonuçları değerlendirilirken öğrencilerin seçtikleri yanıtlar ve gerekçelerle neyi ifade ettikleri dikkatle incelenmeli ve kişisel görüş katılmadan yorumlanmalıdır. Test sonuçlarını değerlendirmede yapılacak hataların testin güvenilirlik ve geçerlilik düzeyini etkileyeceği unutulmamalıdır.

Madde analizlerinde bazı test maddelerinin zorluk düzeyleri diğerlerinden daha yüksek olarak hesaplanmıştır ve bu maddeler öğrencilerin büyük kısmı tarafından da yanlış cevaplanmış veya boş bırakılmıştır. Daha kolay bir test uygulanmak istendiğinde, bu maddeler değiştirilebilir veya kapsam geçerliliğine dikkat edilerek testten tamamen çıkarılabilir.

KAYNAKÇA

- Adadan, E. & Savaşçı, F. (2012). An analysis of 16-17 year old students' understanding of solution chemistry concepts using a two-tier diagnostic instrument. *International Journal of Science Education*, 34(4), 513-544.
- Akbaş, O. & Özdemir, S.M. (2002). Avrupa birliğinde yaşam boyu öğrenme. *Milli Eğitim Dergisi*, 155-156.
- Akkemik, Ü. (2017). *Bitki fizyolojisi ders notları*. http://unalakkemik.net/wp-content/uploads/2018/02/OMYO_bitki-fizyolojisi-ders-notlar%C4%B1_2017.pdf
- Akman, Y. & Güney, K. (2006). *Bitki biyolojisi botanik*. Ankara: Palme
- Alpan (Bangir), G. (2008). Görsel okuryazarlık ve öğretim teknolojisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(2), 74-102.
- Altuner, Z. (2007). *Sistematik botanik-1*. (7.baskı). Tokat: Aktif.
- Altuner, Z. (2009). *Sistematik botanik-2*. (8.baskı). Tokat: Aktif.
- Arslan, H.Ö., Çiğdemoğlu, C. & Moseley, C. (2012). A three- tier diagnostic test to assess pre-service teachers' misconceptions about global warming, greenhouse effect, ozone layer depletion, and acid rain. *International Journal of Science Education*, 34(11), 1667-1686.
- Aslan, A.K. (2001). Eğitimin toplumsal temelleri. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5, 16-30.
- Ateş, S. & Polat, M. (2005). Elektrik devreleri konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde öğrenme evreleri metodunun etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(28), 39-47.
- Aydın, H. & Uşak, M. (2003). Fen derslerinde alternatif kavramların araştırılmasının önemi: Kurumsal bir yaklaşım. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 121-135.
- Aykurt, C. & Akaydın, G. (2009). Biyoloji öğretmen adaylarında bitkilerde madde taşınması konusundaki kavram yanlışları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 1(17), 103-110.
- Aykutlu, I. & Şen, A.İ. (2012). Üç aşamalı test, kavram haritası ve analogi kullanılarak lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Education and Science*, 37(166), 276-288.
- Balay, R. (2004). Küreselleşme, bilgi toplumu ve eğitim. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 37(2), 61-82.
- Baştuğ, M. (2007). *Beyin temelli öğrenme kuramının ilköğretim 5.sınıf sosyal bilgiler öğretiminde kullanılması* (Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi) <http://acikerisim.selcuk.edu.tr> adresinden edinilmiştir.
- Bayraç, H.N. & Doğan, E. (2016). Türkiye'de iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerine etkileri. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(1), 23-48.
- Beysen, E., Güneyli A. & Beysen, F. (2012). Kavram öğrenme-öğretme ve kavram yanlışları: fen bilgisi ve türkçe öğretimi örneği. *International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education*, 1(2), 108-117.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E.K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem

- Canal, P. (1999). Photosynthesis and 'inverse respiration' in plants: an inevitable misconception? *International Journal of Science Education*, 21(4), 363-371.
- Cankoy, O. & Darbaz, S. (2010). Problem kurma temelli problem çözme öğretiminin problemi anlama başarısına etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38, 11-24.
- Cankoy, O. (2002). Kavram yanılgıları. www.aoa.edu.tr/cankoy/Kavram%20Yanılgısı%20Nedir.doc
- Çakır, M. & Aldemir, B. (2013). İki aşamalı genetik kavramlar tanı testi geliştirme ve geçerlik çalışması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(16), 335-353.
- Çelikten, M. (2005). Öğretmenlik mesleği ve özellikleri. *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1(19), 207-237.
- Çepel, N. (2014). Ekosistem kavramı, ekosistem analizleri ve bir ekosistem analizi modelinin geliştirilmesi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 26(1), 34-59.
- Çil, E. (2015). Effect of two-tier diagnostic tests on promoting learners' conceptual understanding of variables in conducting scientific experiments. *Applied Measurement in Education*, 28(4), 253-273.
- Çubukçu, Z. & Gültekin, M. (2006). İlköğretimde öğrencilere kazandırılması gereken sosyal beceriler. *Bilgi / Türk Dünyası Sosyal Bilimler Dergisi*, 37, 155-174.
- Demirci, N. & Akdemir E. (2009). Katıların ve sıvıların basıncı konularında öğrencilerin kavrama düzeyleri ve kavram yanılgıları. *Millî Eğitim Dergisi*, 182.
- Demirci, N. & Efe, S. (2007). İlköğretim öğrencilerinin ses konusundaki kavram yanılgılarının belirlenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(1), 23-56.
- Demirkaya, H. (2016). Günümüz dünya sorunlarına genel bir bakış (ed. Fatih aydın) günümüz dünya sorunları. Ankara: Pegem, 2-14, ISBN: 978-605-318-385-3.
- Duman, B. (2015). Neden beyin temelli öğrenme. Ankara: Pegem ISBN 978-9944-919-39-5.
- Duruhan, K., Gürbüzürk, O., Şan, İ. & Pepeler, E. (2014). Türk eğitim sistemi içinde eğitilmiş olmanın, ilerlemeci ve geleneksel anlayışlar ile uygulamalar yönünden değerlendirilmesi (Malatya ili örneği). *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(3), 59-78.
- Elcik, H. & Çakmakçı M. (2017). Mikroalg üretimi ve mikroalglerden biyoyakıt eldesi. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 32(3), 795-820.
- Erdem, E. & Demirel, Ö. (2002). Program geliştirmede yapılandırmacılık yaklaşımı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 81-87.
- Ergin, D.Y. (1995). Ölçeklerde geçerlik ve güvenirlik. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7, 125-148.
- Eroğlu, M.G. & Kelecioğlu H. (2011). Kavram haritası ve yapılandırılmış grid ile elde edilen puanların geçerlik ve güvenirliklerinin incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40, 210-220.
- Farquhar, G.D. & Caemmerer S.V. (1982). Modelling of photosynthetic response to environmental conditions. *Physiological Plant Ecology II*, 12(B), 549-587.

- Gökmen, A. & Solak K. (2015). Bilgisayar destekli çevre eğitiminin öğretmen adaylarının madde döngüleri konusundaki başarılarına etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(3), 575-594.
- Griffard, P.B. & Wandersee, J.H. (2001). The two-tier instrument on photosynthesis: What does it diagnose? *International Journal of Science Education*, 23(10), 1039-1052.
- Gül, A., Topay, M. & Özaltın, O. (2009, Eylül). Küresel ısınma tehdidine karşı kent ormanlarının önemi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Uluslararası Davraz Kongresi*, 221, Isparta.
- 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.
- İşler, N. (2017). *Bitkilerde fotosentez sistemleri*. <http://www.mku.edu.tr/files/898-184a5d0b-2a7b-4419-843f-9d2a8b682805.pdf>
- Kadioğlu, A. (2015). Fotosentez: Karbon metabolizması. http://content.lms.sabis.sakarya.edu.tr/Uploads/48588/29072/b%C3%B6l%C3%BCm_8_fotosentez-karbon_metabolizmas%C4%B1.pdf
- Kara, Y. & Özgün-Koca, S. (2004). Buluş yoluyla öğrenme ve anlamlı öğrenme yaklaşımlarının matematik derslerinde uygulanması: "iki terimin toplamının karesi" konusu üzerine iki ders planı. *İlköğretim Online*, 3(1).
- Karadüz, E. (2010). Anlam ve kavram ilişkisi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(1), 51-57.
- Karagöz, S. (2016). *Lise 11. Sınıf biyoloji dersinde fotosentezde kavram yanlışları* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No:428816)
- Karasar, N. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara: Nobel
- Karataş, F. Ö., Köse, S. & Coştu, B. (2003). Öğrenci yanlışlarını ve anlama düzeylerini belirlemede kullanılan iki aşamalı testler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 54-69.
- Keçeli, V. & Turanlı, N. (2013). Karmaşık sayılar konusundaki kavram yanlışları ve ortak hatalar. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(1), 223-234.
- Kılıç, D. & Sağlam, N. (2009). Development of a two-tier diagnostic test to determine students' understanding of concepts in genetics. *Eğitim Araştırmaları-Eurasian Journal of Educational Research*, 36, 227-244.
- Kırılmazkaya, G. & Kırbağ Zengin F. (2016). Öğretmen adaylarının fotosentez konusu hakkında kavram yanlışlarının Vee diyagramı aracılığıyla belirlenmesi ve bu araca yönelik görüşlerinin tespiti. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 1537-1563.
- Kocaçalışkan, İ. (2010). Bitki fizyolojisi (8.Baskı). Kütahya: Dumlupınar Üniversitesi Yayınları.
- Köse, S. (2004). *Fen bilgisi öğretmen adaylarında fotosentez ve bitkilerde solunum konularında görülen kavram yanlışlarının giderilmesinde kavram haritalarıyla verilen kavram değişim metinlerinin etkisi* (Doktora tezi) Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No:156154).
- Köse, S. (2008). Diagnosing student misconceptions: Using drawings as a research method. *World Applied Sciences Journal*, 3(2), 283-293.

- Köse, S., Coştu, A. & Keser, A. (2003). Fen konularındaki kavram yanlışlarının belirlenmesi: TGA yöntemi ve örnek etkinlikler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(13), 43-53.
- Liu, T., C., Lin, Y. C., & Kinshuk (2010). The application of simulation-assisted learning statistics (sals) for correcting misconceptions and improving understanding of correlation. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26(2), 143-158.
- Loh, A.S.L., Subramaniam, R., & Tan, K.C.D. (2014). Exploring students' understanding of electrochemical cells using an enhanced two-tier diagnostic instrument. *Research in Science & Technological Education*, 32(3), 229-250.
- Maier, U., Wolf, N. & Randler, C. (2016). Effects of a computer-assisted formative assessment intervention based on multiple-tier diagnostic items and different feedback types. *Computers & Education*, 95, 85-98.
- Marmaroti, P. & Galanopoulou, D. (2006). Pupils' understanding of photosynthesis: a questionnaire for the simultaneous assessment of all aspects. *International Journal of Science Education*, 28(4), 383-403.
- McNall Krall, R., Lott, K.H. & Wymer, C.L. (2009). Inservice elementary and middle school teachers' conceptions of photosynthesis and respiration. *Journal of Science Teacher Education*, 20, 41-55.
- Mergel, B. (1998). Instructional design & Learning theory. *Learning Theories of Instructional Design*, 1-24.
- Mikkila, M. (2001). Improving conceptual change concerning photosynthesis through text design. *Learning and Instruction*, 11, 241-257.
- Mutlu, A. & Acar Şeşen, B. (2015). Development of a two-tier diagnostic test to assess undergraduates' understanding of some chemistry concepts. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174, 629-635.
- Ormancı, Ü. & Özcan, S. (2012). Fen ve teknoloji dersi vücudumuzda sistemler ünitesinde drama yönteminin etkililiği: iki aşamalı teşhis testi kullanımı. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 6(2), 153-182.
- Özdemir, F. & Kaplan, A. (2014). Öğretmen adaylarının öğrenme stillerine göre matematiksel ispat hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(2), 410-429.
- Özmen, H. (2004). Fen öğretiminde öğrenme teorileri ve teknoloji destekli yapılandırmacı (constructivist) öğrenme. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3(1) 100-111.
- Ray, A.M. & Beardsley, P.M. (2008). Overcoming student misconceptions about photosynthesis: a model-and inquiry-based approach using aquatic plants. *Science Activities: Classroom Projects and Curriculum Ideas*, 45(1), 13-22.
- Seçer, İ. (2013). *Spss ve lisrel ile pratik veri analizi: analiz ve raporlaştırma*. Ankara:Anı
- Sesli, E. & Kara, Y. (2012). Development and application of a two-tier multiple-choice diagnostic test for high school students' understanding of cell division and reproduction. *Journal of Biological Education*, 46(4), 214-225.
- Södervik, I. & Mikkilä-Erdmann, M. (2015). Challenges in understanding photosynthesis in a university introductory biosciences class, *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13, 733-750.

- Sökmen, N. & Bayram, H. (2000). Eğitimde kavram haritalarının önemi, *Eğitim ve Bilim Dergisi (Education and Science)*, 25(115) 30-42.
- Sözbilir, M. & Neacşu, I. (Ed.) (2014). *Alternatif ölçme değerlendirme yöntemleri*, Erzurum.
- Sunlu, U., Kaymakçı, A. & İzgören, F.S. (2001). Denizlerde karbon dinamiği, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 18(1-2), 233-241.
- Şahin, İ. (2004, Temmuz). *Postmodern çağ & humanist eğitim*, XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı, İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Malatya.
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Ortaöğretim biyoloji dersi öğretim programı (2018), <http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/20182215535566-Biyoloji%20d%C3%B6p.pdf>
- Taner, A.C. (2011a). Global ısınma ve küresel iklim değişiklikleri sonucu yükselen fotosentez olayları ile birlikte gezegenin yeşil bitki örtüsü dağılımı yaygınlaşması. <https://www.fmo.org.tr/wp-content/uploads/2011/07/Global-Is%C4%B1nma-ve-K%C3%BCresel-%C4%B0klm-De%C4%9Fi%C5%9Fiklikleri-Sonucu-Y%C3%BCkselen-Fotosentez-Olaylar%C4%B1-ile-Birlikte-Gezegenin-Ye%C5%9Fil-Bitki-%C3%96rt%C3%BCs%C3%BC-Da%C4%9F%C4%B1l%C4%B1m%C4%B1-Yayg%C4%B1nla%C5%9Fmas%C4%B1.pdf>
- Taner, A.C. (2011b). Küresel ısınma ve küresel iklim değişiklikleri nedenleri arasında sayılan küresel karbondioksit emisyonları yok edilmesi teknolojileri maliyetleri. <https://www.fmo.org.tr/wp-content/uploads/2011/07/K%C3%BCresel-Is%C4%B1nma-ve-K%C3%BCresel-%C4%B0klm-De%C4%9Fi%C5%9Fiklikleri-Nedenleri-Aras%C4%B1nda-Say%C4%B1lan-K%C3%BCresel-Karbondioksit-Emisyonlar%C4%B1-Yok-Edilmesi-Teknolojileri-Maliyetleri.pdf>
- Taşçı, G. & Soran, H. (2012). Yükseköğretim biyoloji öğrencilerinin öğrenme stratejileri ve bilişsel yapılarının incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 42, 394-405.
- Tekkaya, C. & Balcı, S. (2003). Öğrencilerin fotosentez ve bitkilerde solunum konularındaki kavram yanlışlarının saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24 (24), 101-107.
- Temelli, A. & Kurt, M. (2010). Eğitim fakültesi ve fen fakültesi biyoloji öğrencilerinin ders çalışma alışkanlıklarının farklı değişkenler açısından incelenmesi. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 3(2), 27-36.
- Tezbaşaran, A. (2008). *Likert tipi ölçek hazırlama kılavuzu*. [e-kitap sürümü] https://www.academia.edu/1288035/Likert_Tipi_%C3%96l%C3%A7ek_Haz%C4%B1rlama_K%C4%B1lavuzu adresinden edinilmiştir.
- Treagust D.F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159-169.
- Treagust, D.F. (2006). *Diagnostic assessment in science as a means to improving teaching, learning and retention*. Proceedings of the Assessment in Science Teaching and Learning Symposium, Sydney.
- Tsui, C.Y. & Treagust, D. (2010). Evaluating secondary students' scientific reasoning in genetics using a two-tier diagnostic instrument. *International Journal of Science Education*, 32(8), 1073-1098.

- Türk, M. & Çelik, N. (2006). CO₂ özümlemesinde C-3 ve C-4 tipi bitkilerde fotosentez-solunum denge noktalarının belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(1), 48-51.
- Ünal, M. (2010). The relationship between meta-cognitive learning strategies and academic success of university students. *International Online Journal of Educational Sciences*, 2(3), 840-864.
- Wang, T.H. (2014). Developing an assessment-centered e-learning system for improving student learning effectiveness. *Computers & Education*, 73, 189–203.
- Yağbasan, R. & Gülççek, Ç. (2003). Fen öğretiminde kavram yanlışlarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13), 102-120.
- Yavuz, S. & Çelik, G. (2013). The effect of predict-observe-explain (poe) technique on the misconceptions of prospective elementary teachers about the gases. *Karaelmas Journal of Educational Sciences*, 1(1), 1-20.
- Yentür, S. (2003). Bitki anatomisi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Yetkin, Y. (1998). Biyoloji eğitimi ile sağlanan davranış değişikliklerinin insanın yücelişi ve dünya barışına katkısı. *Turkish Journal of Biology*, 22, 347-367.
- Yıldırım, O., Nakiboğlu, C. & Sinan, O. (2004). Fen bilgisi öğretmen adaylarının difüzyon ile ilgili kavram yanlışları. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(1), 79-99.
- Yılmaz, K. & Horzum, M.B. (2005). Küreselleşme, bilgi teknolojileri ve üniversite. *Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(10), 103- 121.
- Yılmaz, M. (2009). Öğrenme ve bilgi ilişkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(1), 173-191.
- Yumuşak, A., Maraş, İ. & Şahin, M. (2016). Radyoaktivite konusunda kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik iki aşamalı bir teşhis testinin geliştirilmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(3), 810-828.
- Yurdugül, H. (2005, Eylül). Ölçek Geliştirme Çalışmalarında Kapsam Geçerliği için Kapsam Geçerlik İndekslerinin Kullanılması. XIV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Denizli.
- Zhu, X.G., Long, S.P. & Ort D.R. (2008). What is the maximum efficiency with which photosynthesis can convert solar energy into biomass? *Current Opinion in Biotechnology*, 19(2), 153-159.

EKLER

EK-1. Yazışmaya Ait Ekran Görüntüsü

22.07.2019

Gmail - Fwd: article request



emine hazel yalçın <e.hazel.yalcin@gmail.com>

Fwd: article request

1 mesaj

Yavuz Demir <ydemir@atauni.edu.tr>
Alıcı: e hazel yalçın <e.hazel.yalcin@gmail.com>

29 Eylül 2017 21:19

----- İletilen Mesaj -----

Kimden: "d treagust" <D.Treagust@curtin.edu.au>

Kime: "Yavuz Demir" <ydemir@atauni.edu.tr>

Gönderilenler: 29 Eylül Cuma 2017 17:50:07

Konu: Re: article request

Dear Dr Demir

Thanks for your interest - please find attached a zip file with instrument and related papers.

Yes you have permission to use it in your research.

Best wishes

David Treagust

Curtin University

On 29/09/2017 7:33 pm, "Yavuz Demir" <ydemir@atauni.edu.tr> wrote:

>Dear Treagust, DF

>

>I need your article "DIAGNOSING SECONDARY STUDENTS MISCONCEPTIONS OF
>PHOTOSYNTHESIS AND RESPIRATION IN PLANTS USING A 2-TIER MULTIPLE-CHOICE
>INSTRUMENT" and 2-TIER MULTIPLE-CHOICE INSTRUMENT. I want to use also

>your 2-TIER MULTIPLE-CHOICE INSTRUMENT to prepare my test. If you send

>and permit me, I will be pleased. Thank you very much for your

>cooperation.

>

>Sincerely yours,

>Dr. Yavuz DEMİR

>

 **Archive.Photosynthesis and respiration.zip**
5423K

ÖZ GEÇMİŞ

1990 yılında İstanbul’da doğdu. İlk ve ortaokulu Kayseri Nazmi Toker İlköğretim Okulunda okudu. Lise öğrenimini Kayseri Behice Yazgan Kız Lisesinde tamamladı. 2008-2014 yılları arasında Erzurum Atatürk Üniversitesinde Biyoloji Öğretmenliği Bölümünde lisans eğitimi aldı. 2014-2015 eğitim-öğretim yılında Erzurum Kazım Karabekir Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesinde biyoloji öğretmeni, 2017-2018 eğitim-öğretim yılında Develi Erciyes İlk ve Ortaokulunda fen bilimleri öğretmeni olarak görev yaptı.

