

# EVDE YAPILABİLECEK FOTOSENTEZ DENEYLERİ



Yazar  
**FATİH SEZEK**  
**KEMAL DOYMUS**



**BİDGE Yayınları**

**EVDE YAPILABİLECEK FOTOSENTEZ DENEYLERİ**

**Yazar: FATİH SEZEK & KEMAL DOYMUŞ**

**ISBN: 978-625-372-818-2**

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: 26.09.2025

**BİDGE Yayınları**

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374

Yayın hakları © BİDGE Yayınları

[www.bidgeyayinlari.com.tr](http://www.bidgeyayinlari.com.tr) - [bidgeyayinlari@gmail.com](mailto:bidgeyayinlari@gmail.com)

Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.

Güzeltepe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya /  
Ankara



## İçindekiler

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Giriş.....                                                                                    | 5  |
| Amacımız .....                                                                                | 10 |
| Yöntem.....                                                                                   | 11 |
| Kısa Bir Ön Bilgi .....                                                                       | 11 |
| Farklı İçerikli Boyaları Nasıl Ayırabiliriz? .....                                            | 12 |
| Kısa Bir Ön Bilgi .....                                                                       | 12 |
| Kâğıt Kromatografisi İle Farklı Maddelerin Ayrılması.....                                     | 12 |
| Gerekli Malzemeler.....                                                                       | 12 |
| Deneyin yapılışı .....                                                                        | 13 |
| Pigmentleri Bitkiden Nasıl Ayırabiliriz? .....                                                | 14 |
| Etkinlik.....                                                                                 | 14 |
| Deneyle ilgili sorular.....                                                                   | 15 |
| Fotosentez İçin Işığa Gerek Vardır.....                                                       | 16 |
| Deneyin Yapılışı .....                                                                        | 16 |
| Bir sonraki aşamada; .....                                                                    | 17 |
| Deneyin Yapılışı .....                                                                        | 18 |
| Fotosentezde CO <sub>2</sub> Kullanılır .....                                                 | 18 |
| Tutucu Bir Kimyasalla CO <sub>2</sub> 'nin Ortamdan Uzaklaştırılması.....                     | 18 |
| Sonraki aşamada; .....                                                                        | 19 |
| Fotosentezde CO <sub>2</sub> 'nin Kullanılmasına Bağlı Olarak Ortamda Azalmasının İspatı..... | 20 |
| Deneyin Yapılışı .....                                                                        | 20 |

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| Fotosentez Hızına Işık Miktarının Etkisi .....             | 21 |
| Deneyin Yapılışı .....                                     | 21 |
| Gaz Çıkışının CO <sub>2</sub> Miktarı İle İlişkisi.....    | 22 |
| Deneyin Yapılışı .....                                     | 22 |
| Açıklama .....                                             | 23 |
| Bitkilerde Fotosentez Sonucunda Sentezlenen Maddeler ..... | 24 |
| Ön Bilgi.....                                              | 24 |
| Nişastanın varlığı .....                                   | 24 |
| Boya maddelerinin varlığı.....                             | 25 |
| Açıklama .....                                             | 25 |
| Karotenin Varlığı.....                                     | 25 |
| Açıklama .....                                             | 25 |
| Bitkisel yağların varlığı.....                             | 25 |
| Açıklama .....                                             | 26 |
| Uçucu Yağları varlığı .....                                | 26 |
| Birinci uygulama.....                                      | 26 |
| İkinci uygulama.....                                       | 27 |
| Açıklama .....                                             | 27 |
| Sonuç ve Öneriler.....                                     | 28 |
| Kaynakça.....                                              | 30 |

## Giriş

Fotosentez, kavranması oldukça zor ve soyut bir konudur. Bu durumun pek çok sebebi vardır: ilkokuldan itibaren deney ve gözleme dayalı anlatılmaması, fotosentezin birbirleriyle ilintili çok sayıda farklı konulardan oluşan karmaşık yapıya sahip olması ve konunun öğretiminde zaman kısıtlamasının olması gibi pek çok neden sayılabilir. Diğer yandan okullarda laboratuvar deneylerinin az yapılmasının da pek çok sebebi vardır: Bazı okullarda laboratuvar bulunmaması, birden fazla sınıfın aynı anda laboratuvarı kullanmak istemesi, sınıfların kalabalık olması, kalitesiz veya sayıca yetersiz materyal nedeniyle öğretmenlerin sadece gösteri yöntemini tercih etmeleri, müfredatın içeriğinin yoğun olması, laboratuvar ekipmanlarının pahalı olması, bazı deneylerin tehlikeli olması, deneylerin uzun sürmesi vb. olarak sıralanabilir (Özdemir & Ünal, 2025: 70; Kavlak & Birhanlı, 2023: 40). Yukarıda saydığımız ve değinmediğimiz pek çok nedenden dolayı öğrencilerde fotosentez konusunda pek çok kavram yanlışları, eksik veya yanlış öğrenmeler olabilmektedir.

Kavram yanlışları üzerine yapılan araştırmalar, öğrencilerin fotosentez hakkında önemli kavram yanlışlarına sahip olduklarını göstermektedir. Tekkaya & Balcı (2003: 103) yaptığı çalışmada şu kavram yanlışlarını tespit etmiştir: “Fotosentez, bitkilerin ışık altında solunum yapmasıdır. Fotosentez, bitkilerin solunumudur. Fotosentez bir gaz değişim sürecidir. Karbondioksit, su, gübre ve mineraller besin maddeleridir. Fotosentezi yalnızca yeşil bitkiler yapabilir. Fotosentez enerji sağlayan bir mekanizmadır. Bitkiler besinlerini topraktan alırlar. Bitkiler CO<sub>2</sub>’yi alır ve O<sub>2</sub>’ye dönüştürürler.” Bu noktada bu kavram yanlışlarının kaynaklarının belirlenmesi gerekmektedir.

Kavram yanlışlarının sebeplerinde birisi ortak paylaşılan bazı günlük deneyimler olabilir. Günlük hayatta kullandığımız kelimelerin bilimsel anlamları biyolojide farklıdır. Bu durum bazı kavram yanlışlarına yol açabilir. Toplumumuzda yatak odalarında çiçek olmaması gerektiğine dair yaygın bir inanış vardır. Ayrıca günlük hayatta yunus ve fok kelimelerinden sonra balık kelimesini

ekleyerek onların memeli değil balık olduğunu ima ederiz (Tekkaya & Balcı, 2003: 105). Gilbert, Osborne & Fensham (1982: 625), “partikül” kelimesinin bilimsel olarak atom, molekül veya iyon anlamlarında kullanıldığını söylerler. Ancak günlük hayatta katı maddenin küçük ama görülebilir bir parçası olarak kullanıldığını belirtirler. Sonuç olarak bu durum küçük parçacıklardan oluşan havayı açıklamada yanlış bir uygulamaya yol açar. Bell (1985), yaptığı bir çalışmada “enerji” ve “gıda” kelimelerinin günlük hayatta “enerjik”, “yaşam için gerekli” ve “sağlıklı olmak için gerekli” anlamlarında kullanıldığını ileri sürmektedir (Tekkaya, 2002: 260). Günlük hayatta, vücudumuzdaki ince kılırlara ve kuşların vücutlarını kaplayan yapılara tüy adını veririz. Biyolojik olarak tüyler yalnızca kuşlarda bulunur. Bu tür örneklerin sayısını artırabiliriz.

Öte yandan, fotosentezin hem kimya hem de fizikte bulunan kavramlarla yakından ilişkili olduğu bilinmektedir. Ancak, farklı bilim dalları birbiriyle ilişkili bu konulara farklı bir bakış açısıyla yaklaşmaktadırlar. Bu durum, öğrencilerin fotosentezle ilgili diğer konuların ilişkisini görmelerini engellemektedir. Berthelsen'e göre; öğrenciler canlıların hücrelerden oluştuğunu anlıyorlar, ancak hücrelerin atomlardan ve moleküllerden oluştuğu kavramını içerecek şekilde genişletemiyorlar. Benzer şekilde, enerjinin korunumu kavramı, bir besin ağındaki, fotosentezdeki ve solunumdaki birçok beslenme ilişkisini anlamak için esastır. Ancak, öğrenciler enerjinin çeşitli yaşam süreçleri aracılığıyla aktarılmak yerine canlılar tarafından yaratıldığını ve yok edildiğini düşünmektedirler (Tekkaya, 2002: 261). Yani, öğrenciler fotosentezin bir enerji ve madde dönüşüm mekanizması olduğunu idrak edemiyorlar. Bunun en temel sebepleri; kimyada “yükseltgenme-indirgenme, enzimlerin çalışma mekanizmaları, kimyasal bağlar ve özellikleri”, fizikteki “termodinamik yasaları ve kuantum”, biyolojide “hücre ve organellerinin yapısı ve işleyişi” gibi pek çok birbiriyle ilişkili konularda bilgi eksikliklerinin fotosentezi anlamayı zorlaştırdığını ve birçok yanlış anlamaya katkıda bulunduğunu varsaymak mantıklıdır. İlaveten, öğrenciler yeni öğrendikleri kavramları (bitkiler kendi yiyeceklerini yapar) daha önce öğrendikleri kavramlarla (bitkiler yiyeceklerini topraktan alır) birleştirdiğinde ortaya çıkar. Bu tür durumlar öğrencilerin

zihninde kavramsal çatışmalar doğurur (Abenes & Caballes, 2020: 35; Tekkaya, 2002: 261).

Bazı çalışmalar, yanlış veya hatalı öğretim yoluyla öğretmenlerden öğrencilere yanlış anlamaların aktarıldığını göstermiştir (Sanders, 1993: 919; Yip, 1998: 207). Bazı araştırmacılar, öğretmenlerin kullandığı değerlendirme yöntemlerinin öğrencilerin yanlış anlamalarının gelişmesinde bir etken olabileceğini öne sürmektedir. Öğretmenler yalnızca notlara göre değerlendirme yapmamalı; konuyu anlama düzeylerini belirlemek için öğrencilerin söylediklerini dikkatlice dinlemelidirler. Öğrenciler fikirleri hakkında sürekli geri bildirim ihtiyaçları vardır. Mintzes, Wandersee & Novak (2001: 118) göre; biyolojide anlamlı öğrenmeyi ve kavramsal anlayışı destekleyen birkaç yeni değerlendirme stratejisi önermiştir. Bunlara kavram haritaları, V-diyagramları, klinik görüşmeler, portföyler ve kavramsal tanı testleri dahildir.

Ders kitaplarında konuların etkili bir şekilde anlatılmaması, konuların yanlış sıralanması ve birbirleriyle ilişkilendirilmemesi öğrencilerin konuları anlamalarını önemli ölçüde azaltmaktadır. Örneğin, fotosentez anlaşılmadığında besin zinciri ve besin ağı kavramları öğrenciler için anlamsızdır (Tekkaya, Çapa & Yılmaz, 2000: 143). Ancak, fotosentezden önce öğrencilerin üreticiler ve tüketiciler, organik ve inorganik moleküller arasındaki farkı anlamaları gerekir. Tüm bu faktörler ezberci öğrenmeye ve her ders içeriğinin yalnızca o derse ait olduğu ve diğerleriyle hiçbir ilişkisi olmadığı algısına yol açar. Bu durum ayrıca biyoloji müfredatının anlamlı öğrenmeyi teşvik etme amacını da boşa çıkarır. Bu noktada, müfredat geliştiricileri ve ders kitabı yazarları, örneğin bir kavramın birden fazla anlamını açıklayarak potansiyel sorunları erken yakalamak için bilinçli bir çaba gösterebilirler.

Günümüz dünyasında teknolojinin hızla ilerlediği ve bilgiye ulaşmanın kolaylaştığı bir çağda yaşamaktayız. Son yıllarda özellikle fen derslerinde yukarıda sıraladığımız güçlüklerin üstesinden gelmek için Bilgisayar Destekli Öğretim (BDÖ) kullanılmaya başlanmıştır (Ertepinar & ark., 1998; Köse, Ayas & Taş, 2003: 111). Bilgisayarlar bir öğrenme ortamı olarak

kullanılmaktadır. BDÖ, öğretim sürecini ve öğrencinin öğrenme isteğini güçlendirir, her öğrenci kendi hızına göre öğrenir ve bilgisayar teknolojisiyle kendi başına öğrenebilir (Şahin & Yıldırım, 1999: 57-60). BDÖ'nün en büyük yararı, konu ve kavramları görsel ve işitsel olarak aktarabilmesidir (Engin, Tösten & Kaya, 2010: 70). Bu durumun büyük fırsatlar getirdiği bir gerçektir. Öte yandan, el becerilerinin eksik olduğu, sadece bilişsel bir dünyanın kapılarını araladığı da bir gerçektir. Her şeyin internette kolayca bulunabileceği algısı, bilginin değerini anlamayı zorlaştırmaktadır. Kısacası bu durumun düşünme ve el becerilerimiz açısından bizi tembelleştirdiğini söyleyebiliriz. Bu olumsuzlukları aşmak ve öğrencileri çalışırken eğlendirmek, yaparak ve yaşayarak öğrenmelerini sağlamak ve dikkatlerini çekmek için klasik ödevler yerine evde deneyler vermenin daha eğitici ve anlaşılır olduğuna inanıyoruz. Öte yandan yoğun bir müfredatla boğuşan öğretmenlerin konuyu anlatırken deney yapmaya yeterli zamanları yoksa evde deneylerin konuyu daha kalıcı bir şekilde pekiştirmelerini sağlayacağına inanıyoruz (Teke & Çetin, 2024: 2883; Kaçar, Yayla & Türkoğuz, 2021: 100). İnternette sanal laboratuvar uygulamaları olmasına rağmen öğrencilerin deney düzenliğini kendilerinin kurması, gözleri ve kulakları dışında diğer duyularını da kullanmasının öğrenmeyi artıracığına inanıyoruz. Diğer yandan öğrencilere her şeyi hazır deney setleriyle ders vermenin de sınırlı bir öğrenme sağlayacağına inanıyoruz.

Yukarıda sıraladığımız olumsuzlukları azaltmak veya ortadan kaldırmak için evde deney yapmayı öneriyoruz. Ev deneylerini, özellikle dokunma duyusuna hitap eden gerçek deneyimlerin yaşandığı ortamlar olarak tanımlayabiliriz. Ev deneyleri, öğrencilerin evde ve istedikleri zaman deney yapabilecekleri, basit ev malzemeleriyle hazırlanmış ve öğrenenlerin aktif olduğu etkileşimli öğrenme ortamlarıdır. Deneyler, öğrencilerin öğrenme isteğini artırır ve araştırmayı teşvik eder. Okuldaki laboratuvarların yetersizlikleri göz önüne alındığında, ev deneyleri eşit fırsatlar sağlar. Ev deneyleri sayesinde öğrenciler bilimsel araştırma yapma becerisi kazanabilirler. Öğrencilerin basit malzemeler ve talimatlarla kendilerinin yapabileceği deneyler yapmasının, deney düzeneklerini kurup dokunmalarının onlar için



daha ilgi çekici ve eğitici olacağına inanıyoruz (Asa & Çalış, 2024: 323; Paşa & Azbay, 2022: 6).

Gerekli bilgilendirme ve uyarılar yapıldıktan sonra evde yapılan deneylerin ve bu etkinliklerden kaynaklanan kazaların insanlara ve çevreye çok az veya hiç zarar vermediği, öğrenciye sınırsızca deneyimleme, tekrarlama ve konuyu anlama fırsatı sağladığı söylenebilir. Öğrenme yolunda en büyük kazanımlardan biri öğrencinin istediği kadar tekrar yapması ve zaman kısıtlamasının olmamasıdır. Çünkü öğrenci belirli bir ortama ve zamana bağlı kalmadan serbest zamanlarında istediği gibi deney yapma ve etkinlik yapma fırsatına sahip olur.

Evde yapılan deneyler evimizin mutfağında veya banyosunda sayısız deney ve gözlem fırsatı verir. Ucuz, kolay temin edilebilen ve basit ev malzemeleriyle deneyler yapmayı mümkün kılar. Öğrenciler, evlerinin konforunda ve bir bilim insanının mantığıyla deneyler yapabilirler. Ev deneyleri, okul kitaplarındaki aktiviteleri ve daha fazlasını içerebilir. Ev deneylerinde öğrenciler, malzeme temin etme, kullanacakları malzemeleri tanıma, kayıt tutma, not alma, etkili bir şekilde takip etme, ölçüm yapma, deney düzeni kurma ve planlama gibi birçok beceriyi geliştirmek ve kullanmak zorundadırlar (Baydere & Çakır, 2019: 118; Seydioğlu & Barış, 2021: 221). Bu yönleriyle, Bilgisayar Destekli Öğretim'in (BDE) bir parçası olan okuldaki deneysel aktivitelerden ve sanal laboratuvar ortamlarından farklıdırlar.

Diğer yandan, klasik derslerin etkisini artırmak için öğretmenler bilgisayar, cep telefonu, akıllı tahta, projeksiyon cihazı, yazı tahtası, laboratuvar deney materyalleri gibi farklı eğitim araçlarını etkili bir şekilde kullanabilmelidir. Aynı şekilde öğretmen adaylarının da gelecekte etkili ve verimli fen eğitimcileri olabilmeleri için gerçek veya sanal laboratuvar uygulamalarıyla birlikte teknolojiyi nasıl kullanacaklarını bilmeleri ve uygulayabilmeleri gerekmektedir (Efe & ark., 2011: 325; Şeref & Akbulut, 2024: 2026). Sadece bilişim teknolojilerinin veya klasik deneylerin yeterli olmadığı bir eğitim dünyasında yaşadığımız bir gerçektir. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte soru çözmeye dayalı sıradan ödevlerin de işe yaramadığı bir döneme girdiğimiz de bir

gerçektir. Klasik ödevler yerine evde deneyler yapılmasının daha faydalı olacağını düşünmekteyiz. Bu nedenle öğretmen yetiştiren fakültelerin müfredatlarını bu yeni durumları dikkate alarak güncellemeleri ve öğretmen adaylarını çağın gerektirdiği becerilerle yetiştirmeleri gerekmektedir.

Basit malzemelerle evde deneyler yapmak; okula bağlı kalmadan, zaman ve mekân kısıtlaması olmadan gerçek zamanlı, birey odaklı, erişilebilir, esnek ve uygun maliyetli öğrenme sağlar (Asa & Çalış, 2024: 302). Ancak kitapta yeterli sayıda şekil ve açıklama yoksa, istenen malzemeler pahalı ve elde edilmesi zorsa veya ebeveynler yeterli desteği sağlamazsa öğrenme engellenebilir. Bu nedenle, ev deneyleri tasarlarırken malzemelerin erişilebilirliğine, maliyete ve deneylerin öğrencilerin kolayca yapabileceği düzeyde olmasına dikkat etmeliyiz. Öğrencilerin fotosentezi daha iyi anlayabilmeleri için fotosentezin daha detaylı anlatılması, her aşamasına yönelik deneyler tasarlanması, gözlem ve ölçümlerin yapılması gerektiğine inanıyoruz.

Çalışmada deney materyali olarak bardak, maden suyu şişesi, sırınga, lastik eldiven, mor lahana suyu veya çamaşır sodası gibi basit malzemeler tercih edilmiştir. Deneyler ödev tarzında hazırlandığından malzemelerin insan sağlığına zararsız veya daha az zararlı, ucuz ve kolay ulaşılabilir olmasına dikkat edilmiştir. Deneylerin aşamaları sırayla verilmiştir. Deney sonuçlarını daha iyi anlayıp kavramak için açık uçlu sorular sorulmuştur. Öğrencilerden deney düzenliğini kurmaları, deneyleri kendilerinin yapmaları, sonuçları gözlemlmeleri, yorumlamaları ve verileri kaydetmeleri istenmiştir. Bu kitap bölümünün öğretmenlere ve öğrencilere ev deneyleri konusunda rehberlik edeceğini düşünmekteyiz. Ev deneylerinde fotosentetik pigmentler, fotosentez ve fotosentez hızını etkileyen bazı faktörler ve fotosentez sonucu oluşan bazı ürünler incelenmiştir.

## **Amacımız**

1. Laboratuvarda yapılan deneylerin evde de güvenli bir şekilde yapılabilmesine inanıyoruz. Önceliğimiz "Fotosentetik pigmentler nelerdir? Fotosentez nedir?

Fotosentez hızını etkileyen faktörler nelerdir? Fotosentezde oluşan son ürünler nelerdir? Fotosentez konusunda evde basit malzemelerle deney yapabilir miyiz?" soruları üzerine deneyler tasarlamaktır.

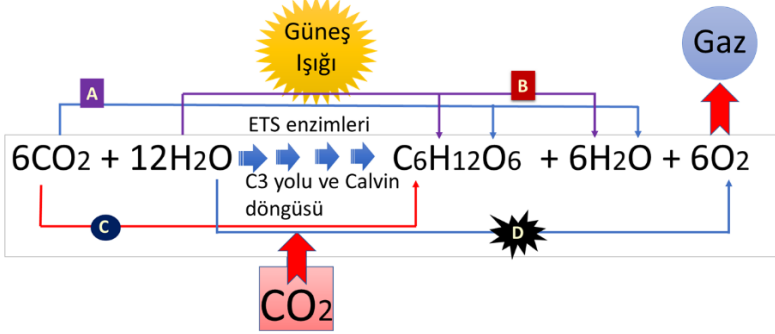
2. Her deneyin sonunda, deneyle ilgili ileri düşünme becerilerinin kullanımını gerektiren açık uçlu sorular soruldu. Bu becerilerden en azından bazılarını kazandırabilir miyiz?
3. Bu, laboratuvarında ileri teknoloji ve malzeme gerektiren deneylerin en azından bir kısmını basit ve ucuz malzemelerle modelleyip lise veya ortaokul müfredatına dahil edebilir miyiz? sorularına cevap bulmayı amaçlayan bir araştırma kitabı bölümüdür.

## **Yöntem**

### **Kısa Bir Ön Bilgi**

Fotosentez, bitkiler, bazı bakteriler, bir ve çok hücreli algler ve bazı bir hücreli ökaryotlar tarafından gerçekleştirilebilir. Fotosentetik organizmalar havadan CO<sub>2</sub>, topraktan H<sub>2</sub>O ve mineral maddeleri güneş ışığıyla birleştirerek bunları yiyeceğe dönüştürürler. Burada, besin üretmek için gereken enerji güneş ışığından gelir. Işık, enerji taşıyan bir fotondur. Fotonun taşıdığı enerji klorofil molekülü tarafından yakalanır ve kimyasal bağların oluşumunda kullanılır. Burada enerji yaratılmaz veya yok edilmez. Ancak, ışık enerjisi kimyasal bağ enerjisine dönüştürülür. Şekil 1'de fotosentezin genel denklemini inceleyin. A, B, C ve D harfleriyle işaretlenen oklar atomların hangi moleküle aktarıldığını göstermektedir (Chapman & Reece, 2005: 181).

Şekil 1 Fotosentezin genel şemasını gösteren özet şekil



Kaynak: SEZEK ve DOYMUŞ

## Farklı İçerikli Boyaları Nasıl Ayırabiliriz?

### Kısa Bir Ön Bilgi

Farklı kimyasal madde karışımlarını bileşenlerine ayırmak için kullanılan yöntemlerden biri kâğıt kromatografisidir. Bileşenlerine ayrılacak karışımın belirli bir miktarı dikdörtgen bir kâğıt şeridi üzerinde belirtilen bir noktaya damlatılır. Kâğıt kurudukça, çevreyi kirletmeden bu noktaya yeni damlalar eklenir. Böylece yeterli miktarda numune kâğıda emilir. Daha sonra kâğıt şeridinin bir ucu çözücü sıvıya (örneğin su, yağ, etil alkol veya metanol vb.) daldırılır. Kâğıt çözücü sıvıyı yavaşça emer ve numune çözünür. Burada kâğıt sabit, numune ve çözücü sıvı hareketlidir. Çözücü sıvı kâğıt üzerinde ilerledikçe numunedeki molekülleri farklı hızlarda beraberinde taşır. Çünkü her farklı kimyasal maddenin kâğıt üzerindeki ilerleme hızı moleküllerin türüne ve büyüklüğüne, çözücüyle etkileşimlerine ve kâğıda ne kadar güçlü yapıştıklarına bağlıdır. Bu farklılıklardan yararlanılarak karışım bileşenlerine ayrılabilir (Dennison, 1999: 79).

### Kâğıt Kromatografisi İle Farklı Maddelerin Ayrılması

#### Gerekli Malzemeler

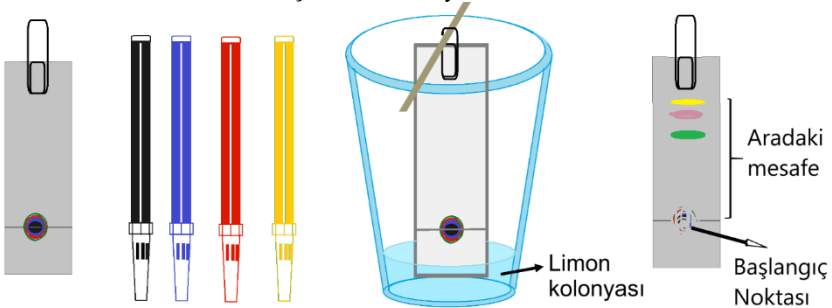
Süzgeç veya beyaz krepon kâğıdı, taze yeşil veya mor bitki yaprağı (evde yetiştirilen bitkiler olabileceği gibi ıspanak, marul,

mor lahana gibi sebzelerde olabilir), kurşun kalem, kürdan, bardak, cetvel, limon kolonyası, ataş ya da çelik kısıkaç.

### Deneyin yapılışı

1. Beyaz krapon kağıdından hazırlayacağımız yaklaşık 2 cm genişliğinde ve 15 cm uzunluğunda bir şerit parçası keselim. Kâğıdın alt kenarından 2 cm içeriden bir çizgi çizelim. Bu çizginin ortasını farklı renklerde keçeli kalemle iyice boyayalım. Bu şekilde farklı renklerdeki mürekkepler iyice iç içe geçmiş olacaktır (Şekil 2).
2. Kâğıt şeridin üst kısmını bir ataş yardımıyla kürdana tuturalım. Bardakların içine biraz limon kolonyası koyalım. Kâğıt şeridin altı kolonya ile temas etmelidir. Birkaç dakika bekleyelim ve boyanın kâğıt şeritler üzerindeki ilerleyişini gözlemleyelim.
3. Farklı renkler tamamen ayrıldığında, kâğıdı bardaktan çıkaralım. Kâğıt kuruyana kadar kısa bir süre bekleyelim. Sonra her rengin başlangıç noktasından ilerlediği noktaya olan mesafesini bir cetvelle ölçelim. Bazı moleküllerin başlangıç noktasından neden daha uzakta olduğunu ve bazılarının neden daha yakın olduğunu tartışalım.
4. Aynı deneyi her keçeli kalemle teker teker deneyelim. Tek renkle yapılan deney ile karışık mürekkeple yapılan deney arasındaki fark nedir? Gözlemleyelim. Sonuçları tartışalım.

*Şekil 2 Kâğıt kromatografisi ile keçe kalem mürekkebinin bileşenlerinin ayrılması.*



Kaynak: SEZEK ve DOYMUŞ

## Pigmentleri Bitkiden Nasıl Ayırabiliriz?

Pigment kelimesi Fransızca da boya demektir. Yani kimyasal olarak renk veren moleküllerdir. Bir molekül hangi renkte gözüküyorsa o rengi yansıtıp, diğer ışık dalgalarını tutuyor demektir. Bu durumda yuttuğu dalga boyundaki ışığın enerjisini yakalıyor demektir. Bir cisim beyaz görünüyorsa bütün renkleri yansıtıyor, siyah ise bütün farklı dalga boyundaki ışıkları tutuyor. Bunu güneşli bir havada öğlen vakti beyaz renkli bir araba ile siyah renkli bir arabanın kaportasına dokunduğumuzda hissettiğimiz sıcaklık farkından anlayabiliriz. Siyah renkli araba bütün ışık tayflarını yuttuğundan daha fazla sıcaklığı artar ve yakaladığı bu ışık enerjisini ısı olarak etrafa yayar. Biyolojik olarak ta canlılarda pek çok boyar madde (pigment) vardır. Göz, ten ve saçımızın rengini veren melanin güneş ışığından korumada görev alır. Gözde bulunan rodopsin görmede, bitkilerdeki klorofilde fotosentezde görev alır. Klorofil molekülü yeşil dışındaki ışıkların enerjisini yakalar. Daha sonra bu enerjiyi ETS'ye aktararak ATP ve NADPH+ yapımında kullanır. Yani yakaladığı ışık enerjisini aracı moleküllerle glikozdaki kimyasal bağ enerjisine çevirir. Sonuç olarak bütün moleküler renk maddelerinin (pigmentler) temel görevi ışığı soğurmaktır. Ancak vücutta bulunduğu yer ve canlının türüne göre biyolojik etkileri farklıdır (Chapman & Reece, 2005: 186-189).

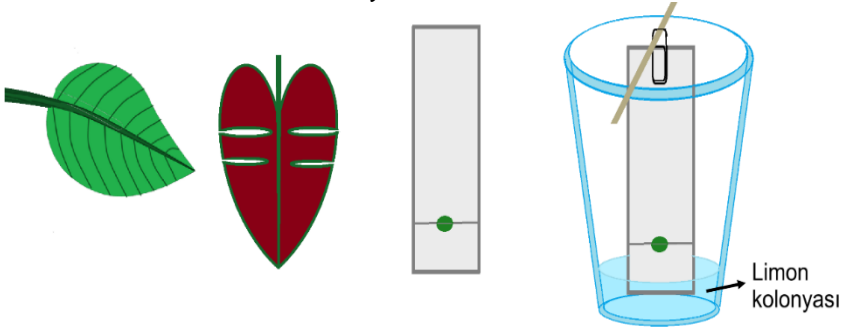
### Etkinlik

1. Yeşil bir bitki yaprağını alıp bir çay tabağına koyalım. Üzerine biraz limon kolonyası dökelim. Sonra bir kaşığın arkasıyla bastırıp iyice ezelim. Bu şekilde yapraktaki pigmentler çözücü olan limon kolonyasına geçecektir. Kolonya rengi koyu yeşil olana kadar yaprakları iyice ezelim. Bu sıvıyı bir çay süzgecinden geçirelim.
2. Beyaz krapon kağıdından hazırlayacağımız yaklaşık 2 cm genişliğinde ve 15 cm uzunluğunda bir şerit parçası keselim. Kâğıdın alt kenarından 2 cm içeriden bir çizgi çizelim (Şekil 3).
3. Krepon kağıdına kalemle çizdiğimiz çizginin ortasına elde ettiğimiz yeşil sıvıdan 1 veya 2 damla damlatalım ve kurudukça yeni damlalar ekleyelim. Yeşil sıvıyı kâğıda

çok fazla yaymamaya dikkat edelim. Dairesel koyu yeşil bir halka oluştuğunda numuneyi damlatmayı bırakalım. Böylece küçük bir daire yapalım.

4. Daha sonra kâğıdı bir ataçla kürdana tutturalım. Yürütücü sıvı olarak bir bardağın içine biraz limon kolonyası koyalım.
5. Kâğıdı bardağa yerleştirelim. Biraz bekleyelim ve boyaların kâğıt üzerinde ilerleyişini gözlemleyelim.

*Şekil 3 Yapraktaki pigment maddelerinin kâğıt kromatografisi ile ayrılması*



*Kaynak: SEZEK ve DOYMUŞ*

- Etkinlikteki deneyi kahverengi veya kırmızı renkli bitki yapraklarıyla deneyin.
- Etkinlikteki deneylerde yürütücü sıvı olarak kolonya yerine su kullanarak tekrarlayınız.

### **Deneyle ilgili sorular**

- Bu deneyin amacı nedir?
- Varsa bağımlı ve bağımsız değişkenler nelerdir?
- Bitkiden çıkan özütü ayırttığımızda hangi renkler açığa çıktı?
- Kahverengi veya kırmızı renkli bitki yapraklarının ayırttığımızda hangi pigmentleri elde ettiniz? Bunların fotosentezle ne ilişkisi var?

- Başlangıç çizgisine yakın ve uzak renkler nelerdir? Bunları sırayla belirtelim.
- .....
- .....
- .....
- .....

### **Fotosentez İçin Işığa Gerek Vardır**

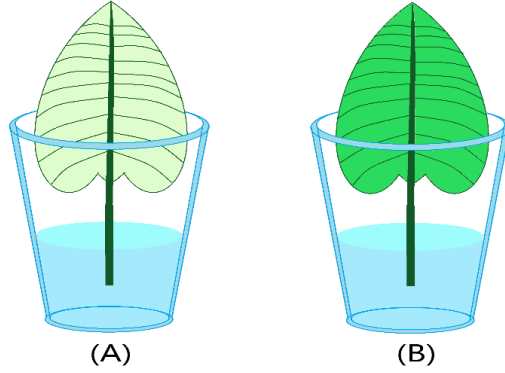
Fotosentezin meydana gelmesi için enerjiye ihtiyaç vardır. Çünkü  $\text{CO}_2$  ve  $\text{H}_2\text{O}$  gibi öncül moleküllerden glikoz molekülü sentezlenmektedir. Yani küçük moleküllerden büyük moleküller oluşmaktadır. Bunu için dışardan enerjiye ihtiyaç vardır. Termodinamik yasalarına göre enerji yoktan var olamaz. Canlı bünyesinde iki atom veya molekül arasında kimyasal bir bağ oluşması için enzimler ve enerjisi gerekir. Fotosentezde bu enerji klorofil molekülü vasıtasıyla soğrulan ışıktan elde edilir. Yani fotosentezdeki enerji kaynağı ışıktır.

### **Deneyin Yapılışı**

1. Yeşil bir bitkiden eşit büyüklükte iki yaprağı sapıyla birlikte koparalım. Her ikisini de suyla dolu iki ayrı bardağa koyalım. Bardaklardan birini güneşli bir pencere kenarına koyalım. Diğerini hiç ışık almayan kapalı bir dolaba koyalım. Her iki yaprak için de iki hafta bekleyelim (Şekil 4). İki haftanın sonunda yapraklar arasında ne gibi bir fark gözlemlediniz?
2. Karanlıkta tuttuğumuz yaprak sapına işaretlemek için küçük bir ip bağlayalım. Her bir yaprağı küçük bir tencerede su içerisinde 5 dakika haşlayalım.



*Şekil 4 Fotosentezde ışık gereklidir (A) Karanlıkta bekletilen yaprak (B) Aydınlıkta bekletilen yaprak*

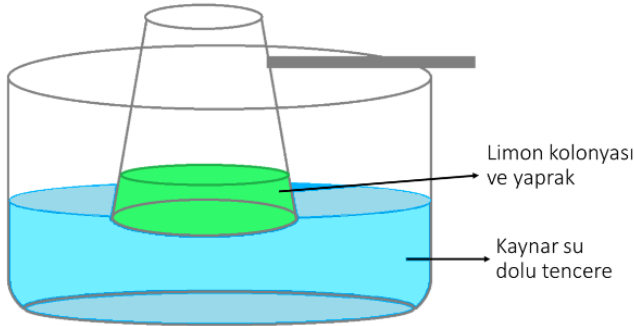


*Kaynak: SEZEK ve DOYMUŞ*

### **Bir sonraki aşamada;**

Dikkat! Yanıcı maddeler benmari yöntemi ile ısıtılır. Alkol gibi yanıcı maddeler doğrudan ateşte ısıtılırsa patlayabilir veya tutuşabilir. Yani yangına neden olabilir. Bu işlem sırasında sizi de yakabilirler. Alkol önce küçük bir kaba konur. Bu küçük kap kaynar su dolu daha büyük bir kabın içine yerleştirilir. Bu şekilde yanıcı maddeler doğrudan ateşte değil, sıcak su banyosu ile ısıtılarak patlamaları önlenir!

*Şekil 5 Benmari usulü ile alkolün ısıtılması*



*Kaynak: SEZEK ve DOYMUŞ*

## Deneyin Yapılışı

1. Bir cezveye bir yaprak koyup üzerini biraz örtecek kadar limon kolonyası ekleyelim. Daha sonra bu cezveyi kaynar su dolu bir cezveye yerleştirelim (Şekil 5). Cezveyi suyun içinde hafifçe sağa sola sallayalım ve alkol ile muamele edelim. Yaprakların yeşil rengi tamamen gidene kadar bu işleme devam edelim. Su soğursa ateşte ısıtılabilir. Ancak alkolü koyduğumuz cezveyi asla doğrudan ateşin üzerine koymayalım. Suyu kapağı açık bir su ısıtıcısında ısıtmak daha güvenli olacaktır.
2. Daha sonra yapraklar tekrar kaynar suya batırılır ve çıkartılır. Yapraklar nazıkçe açılır ve iki çay tabağına serilir. Nişastanın ayırıcısı olan iyot eklenir. Bunun için evinizde bulunan tentürdiyot veya batikon benzeri ilaçlar kullanabilirsiniz. Nişasta iyotla koyu mavi veya siyaha döner.

## Fotosentezde CO<sub>2</sub> Kullanılır

Glikozun formülü (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) incelenirse yapısında karbon bulunduğu görülür. Bunun dolayı fotosentezin meydana gelmesi için enerji dışında CO<sub>2</sub>'ye de ihtiyaç vardır. CO<sub>2</sub> glikozun yapısına karboksil kök (COO-) şeklinde katılır. Karbondioksit olmadan glikozun sentezi gerçekleşemez. Şimdi bunu bir deneyle görelim.

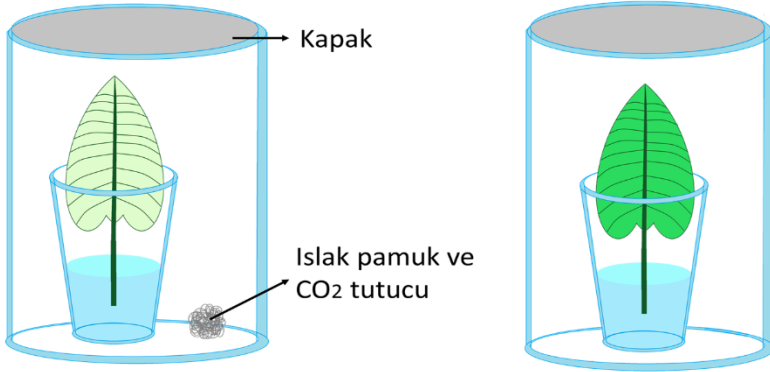
## Tutucu Bir Kimyasalla CO<sub>2</sub>'nin Ortamdan Uzaklaştırılması

1. Bitkiden aynı boyut ve sayıda yaprak kesilir.
2. İki ayrı bardak su ile doldurulur. Şekilde gösterildiği gibi kapaklı iki kavanoza yerleştirilir. Bunlardan ilkinde, pamuğun arasına CO<sub>2</sub> emici olarak 1 dolu çay kaşığı çamaşır sodası konur. Çamaşır sodasının aktif hale gelmesi için hafifçe ıslatılıp pamukla sarılır.

Çamaşır sodası yoksa pamuk, NaOH içeren konsantre çamaşır suyu ile iyice ıslatılır. İkinci kavanoza hiçbir kimyasal madde eklenmez. Daha sonra kavanozların kapakları kapatılır ve atmosferle temasları kesilir (Şekil 6).

3. Her iki kavanoz da eşit miktarda ısı ve ışık alabilecekleri bir yere yan yana yerleştirilir. İki veya üç hafta boyunca her iki yapraktaki değişimleri gözlemleyin.

*Şekil 6 CO<sub>2</sub>'nin tutucu bir kimyasalla ortamdan uzaklaştırılması*

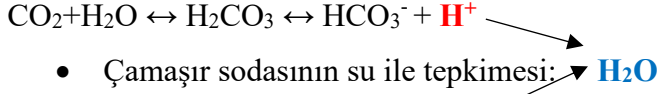


*Kaynak: SEZEK ve DOYMUŞ*

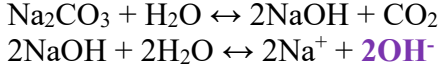
### **Sonraki aşamada;**

Dikkat! CO<sub>2</sub> gazı suyla temas ettiğinde aside dönüşür. Deneylerde baz kullanılırsa reaksiyona girer ve CO<sub>2</sub> tutulur. Ev deneylerinde laboratuvarlarda yapılanlardan farklı olarak çamaşır sodası tercih edilmiştir, çünkü daha az tehlikelidir. Saf NaOH veya KOH gibi kuvvetli bazların kullanımı çocuklar için son derece tehlikelidir. Bazlar asitler kadar yakıcıdır. Özellikle gözle teması halinde hemen müdahale gerektirir. Çamaşır sodası kullanılsa bile tadına bakılmaması gerektiğini belirtmek gerekir. Karbondioksit ve çamaşır sodasının tepkimeleri şu şekildedir:

- Karbondioksitin suyla tepkimesi:



- Çamaşır sodasının su ile tepkimesi:



Burada karbondioksitin suyla tepkimesi sonucu açığa çıkan  $\text{H}^+$  iyonları ile, Çamaşır sodasının suda çözünmesi sonucu çıkan  $\text{OH}^-$  birleşerek su oluşturur. Yani gaz halindeki  $\text{CO}_2$  yakalanmış olur.

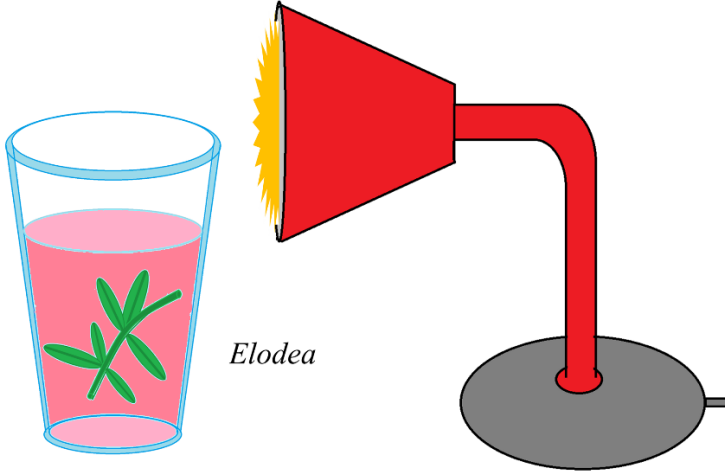
### Fotosentezde $\text{CO}_2$ 'nin Kullanılmasına Bağlı Olarak Ortamda Azalmasının İspatı

Karbondioksit suda çözününce karbonik aside dönüşür. Buda suda çözünerek bikarbonat iyonu ve proton verir. Böylece ortam asidik hale gelir. Ortamın Ph'sını ölçmek için mor lahana suyu kullanılabilir. Kaynar suya bütün halinde çıkartılan bir mor lahana yaprağı konur. Sıcak suyun etkisi ile mor lahanadaki boyar maddeler suya geçer. Suyun Ph sına göre rengi turkuaz mavimsidir. Elde edilen sıvının soğuması beklenir. Daha sonra bir pipetle rengi açık kırmızıya dönünceye kadar üflenir. Böylece deneyde kullanılacak sıvı elde edilir.

### Deneyin Yapılışı

1. Bir adet bardak alınız. İçine mor lahana suyu su koyunuz. Akvaryumcudan aldığınız *Elodea* sp. bitkisini bardağın içine koyunuz. Suyun seviyesinin yaprakların üzerine çıkmasına özen gösteriniz.
2. Bardağın üstünü streç filmle veya çay tabağı ile kapatınız.
3. Bardağı bir ışık kaynağının tam önüne koyun (Şekil 7). Mor lahana suyunun renginde meydana gelen renk değişimini gözlemleyin. Sonuçları kaydediniz.
4. Sonucu hızlandırmak için daha fazla ışık kaynağı ile aydınlatabilirsiniz.

Şekil 7 Fotosentezde CO<sub>2</sub> kullanılır



Kaynak: SEZEK ve DOYMUŞ

### Fotosentez Hızına Işık Miktarının Etkisi

*Elodea* sp. akvaryum bitkisi olarak bilinir. Akvaryumcularda yaygın olarak bulunan bir bitkidir. Eğer kırsalda yaşıyorsanız ve akvaryumcu bulamıyorsanız, akan veya durgun su kenarlarında tamamen su içinde bulunan yosunları veya su bitkilerini toplayarak deney yapmak için kullanabilirsiniz.

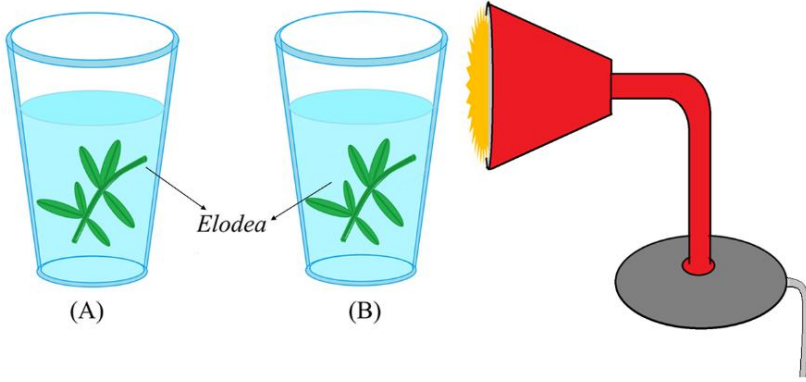
### Deneyin Yapılışı

1. İki adet bardak alınız. Her ikisine eşit miktarda su koyunuz. Akvaryumcudan aldığınız *Elodea* sp. bitkisini iki eşit parçaya bölünüz ve bardakların içine koyunuz. Suyun seviyesinin yaprakların üzerine çıkmasına özen gösteriniz.
2. Bardakların üstünü streç filmle veya çay tabağı ile kapatınız.
3. Birinci bardağı bir ışık kaynağının tam önüne koyun. İkinci bardağı ışık kaynağına uzak ve ışık şiddetinin daha az olduğu bir noktaya koyun (Şekil 8).

Bitkilerde meydana gelen gaz kabarcık miktarlarını gözlemleyin. Hangi bardakta gaz çıkışı daha hızlı gerçekleşiyor. Sonuçları kaydediniz.

- Elinizde ikinci bir ışık kaynağı varsa ilk bardağı bir, ikinci bardağı iki ışık kaynağı ile aydınlatabilirsiniz.

Şekil 8. Fotosentez hızına ışık miktarının etkisi (A) Işık kaynağından uzak bitki (B) Işık kaynağına yakın bitki



Kaynak: SEZEK ve DOYMUŞ

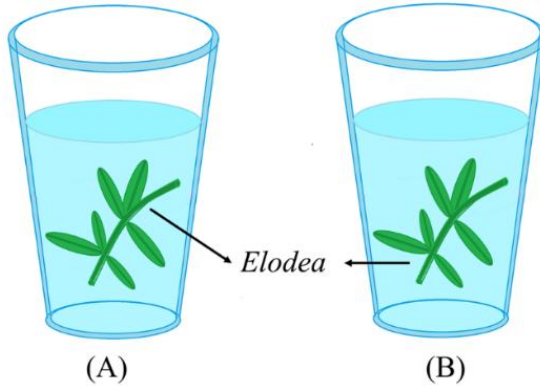
## Gaz Çıkışının CO<sub>2</sub> Miktarı İle İlişkisi

### Deneyin Yapılışı

1. İki adet bardak alınız. Her ikisine eşit miktarda su koyunuz. Bardaklardan ilkinde bir pipetle birkaç dakika hava üfleyiniz. Böylece nefesinizdeki karbondioksitin suda çözünmesini ve CO<sub>2</sub> seviyesinin artmasını sağlayınız.
2. Akvaryumcudan aldığınız *Elodea* sp. bitkisini iki eşit parçaya bölünüz ve bardakların içine koyunuz. Suyun seviyesinin yaprakların üzerine çıkmasına özen gösteriniz.
3. Bardakların üstünü streç filmle veya çay tabağı ile kapatınız.

4. Her iki bardağı yan yana bir ışık kaynağının önüne koyun (Şekil 9). Bitkilerde meydana gelen gaz kabarcık miktarlarını gözlemleyin. Hangi bardakta gaz çıkışı daha hızlı gerçekleşiyor. Sonuçları kaydediniz.

Şekil 9: Salınan gaz miktarı ile  $CO_2$  miktarı arasındaki ilişki, (A) Karbondioksit miktarı fazla olan bardak (B) Karbondioksit miktarı az olan bardak



Kaynak: SEZEK ve DOYMUŞ

### Açıklama

$O_2$  gazı salınım hızı ile sudaki  $CO_2$  miktarı arasında doğrudan bir bağlantı var mıdır? Lütfen Şekil 1'i inceleyin.  $O_2$  salınımının  $CO_2$ 'den değil, ışığın etkisi altında suyun hidrolizinden kaynaklandığını fark edelim. Şekil 1'de D'yi inceleyin. İçine üfllediğimiz bardakta  $CO_2$  miktarı daha fazladır. Fotosentez sonucunda karbondioksit glikoza dönüştürülürken, ışıklı evrede üretilen NADPH+H ve ATP kullanılır. Eğer  $CO_2$  olmazsa, NADPH+H kullanılamaz ve fotosentez reaksiyonları bir noktada durur. Bu nedenle üflenlen bardaktaki  $CO_2$  miktarı çok olduğu için fotosentez hızı da yüksektir. Bunu *Elodea* bitkisindeki çıkan gaz kabarcıklarının miktarından anlayabilirsiniz.

## **Bitkilerde Fotosentez Sonucunda Sentezlenen Maddeler**

### **Ön Bilgi**

Fotosentez sonucunda; glikoz, galaktoz, fruktoz, pentoz, yağ asitleri, yağlar, gliserol, selüloz, nişasta, çay şekeri (sakaroz), arpa şekeri (maltoz), organik bazlar, vitaminler ve amino asitler, proteinler, bitkilere renk veren boyalar (antiflavin ve antosiyaninler), reçine, mentol, bazı bitkilerde bulunan süt benzeri maddeler, çaya renk veren tanenler vb. gibi birçok farklı maddeler sentezlenir. Bunlar bitkilerin kök, gövde, yaprak, tohum veya meyve gibi farklı organlarında depolanabilir. Bu organların da hücrelerinde organellerin (vakuol, hücre duvarı, sitoplazma, plastidler vs.) yapısına katılırlar veya depolanabilirler. Bunlar hücredeki fizyolojik aktiviteler sonucu oluşan besin, yedek veya artık ürünlerdir. Hücrede bulunan bu cansız maddelerin genel adı ergastik maddeler olarak adlandırılır. Organellerden daha basit bir yapıya sahiptirler. Bunlar gıda, ilaç ve kimya endüstrisinde yaygın olarak kullanılırlar (Efe, 2000: 26; Zorlu & Zorlu, 2021: 86).

### **Nişastanın varlığı**

1. Yumruk büyüklüğünde bir patates alın ve soyun.
2. Rendenin ince delikli tarafıyla rendeleyin.
3. Püre haline getirdiğiniz patatesi küçük bir kâseye koyun ve iyice çalkalayın.
4. Daha sonra bu karışımı bir çay süzgecinden geçirerek başka bir kâseye alın.
5. Süzülen suyu 5 dakika bekletin.
6. Süzün ve üstteki sıvıyı atın.
7. Kâsenin dibindeki beyaz tortuyu inceleyin.
8. Elde ettiğiniz bu beyaz ve katı madde nişastadır. Bunu test etmek için üzerine nişasta ayırıcı olan lügol



veya batikon damlatın. Koyu mavi veya siyah renk nişastanın varlığını gösterir.

### **Boya maddelerinin varlığı**

1. Mor lahanaya yapraklarını rendeleyin ve bir bardak suya koyun.
2. Suyun rengi değişene kadar bekleyin.
3. Sizce sudaki bu değişimin sebebi nedir?

### **Açıklama**

Lahanada bulunan antosiyanin adı verilen pigment suda çözünür ve suya geçer. Bu madde lahanaya suyunu mor yapar. Antosiyanin ve flavinler hakkında araştırma yapınız.

### **Karotenin Varlığı**

1. Bir havuç alın ve rendenin ince delikli kısmında törpüleyin.
2. Elde ettiğiniz püre haline getirilmiş havucu iyice sıkın.
3. Çıkan suyu inceleyin.
4. Biraz beklediğinizde nasıl bir değişim olduğunu gözlemleyin.

### **Açıklama**

Biraz beklediğinizde taneler dibe çöker ve biraz koyulaşır. Elde edilen turuncu sıvı karoten pigmentidir. Bu pigmentin bitkideki işlevini ve bize olan faydalarını araştırın.

### **Bitkisel yağların varlığı**

1. Bir cevizi ikiye kesin ve bir kâğıt parçasına bastırarak çizmeye çalışın.
2. Kağıttaki şeffaf leke nedir? Yakından inceleyin.

## **Açıklama**

Bu aktivite fındıkla da yapılabilir. Cevizdeki yağ kâğıda geçer. Kâğıdın şeffaf hale gelmesi cevizin içeriğinde yağ bulunduğunun kanıtıdır. Ceviz yağ açısından zengin bir besindir.

1. Birkaç zeytin alınır ve bir tülbent (gazlı bez vb.) arasına yerleştirilir.
2. Sıkılır ve içindeki sıvı serbest bırakılır.
3. Serbest kalan sıvı bir bardağa konur ve dinlenmeye bırakılır.
4. Bardaktaki bu sıvı incelenir. Sıvının alt kısmı su, üst kısmı yağdır.

## **Uçucu Yağları varlığı**

### **Birinci uygulama**

1. Kalın kabuklu portakalların sadece dıştaki turuncu kısmını rendeleyin, altındaki beyaz kısımlarını rendelemeyin. Kabuğun altındaki beyaz tabaka çıktıkça her seferinde çevirerek kabuğun turuncu kısımlarını rendelemeye devam edin.
2. Bir çaydanlığa yarım bardak su koyun ve ocağın üzerinde kaynatın.
3. Su kaynamaya başlayınca en az 3-4 yemek kaşığı portakal kabuğu püresi ekleyin.
4. Çaydanlığın kapağını kapatın ve kısık ateşte kaynatmaya devam edin.
5. Çayı doldurduğunuz çaydanlığın ucuna saplı soğuk bir kupayı ters tutun.
6. Bu şekilde buharın birkaç dakika boyunca bardakta soğumasını ve yoğunlaşmasını bekleyin.

7. Bardak kenarından yoğunlaşan su damlalarının altına koyduğunuz diğer bardağa damlamasını ve birikmesini sağlayın.
8. Alttaki bardağı sallayın ve yüzeyindeki yağ parçacıklarını görmeye çalışın. Ayrıca bardaktaki kokuyu da koklamaya çalışın (Şekil 10).

*Şekil 10 Portakal kabuğunda eterik yağın damıtılması*



*Kaynak: SEZEK ve DOYMUŞ*

### **İkinci uygulama**

1. Bir portakalı soyun.
2. Kabuğun dış kısmı dışarı bakacak şekilde ikiye katlayın.
3. Yanan ateşe sıkın.
4. Fıskıran sıvının ateşle tepkimesini gözlemleyin.

### **Açıklama**

Deneyi limon veya mandalina kabuklarıyla da yapabilirsiniz. Eterik yağlar, bitkilerden elde edilen keskin ve hoş kokulu uçucu yağlardır.

- Çevrenizde hangi ergastik maddeler var? Bunları araştırın ve bilgi edinin.

- Ergastik maddelerin günlük hayatımızdaki önemi nedir? ve nerelerde kullanılırlar? Araştırınız?

## **Sonuç ve Öneriler**

Bu kitap bölümü öğrencilerin fotosentez konusundaki bilgilerini artırmayı, yanlış anlamaları düzeltmeyi, evde yapılabilecek yeni deneyler tasarlamayı ve bilimsel araştırmanın nasıl yapıldığını öğretmeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda fotosentez konusu ile ilgili olarak öğrencilerin basit malzemelerle kendilerinin yapabileceği birçok deney geliştirilmiştir. Çalışmada fotosenteze katılan pigmentler, fotosentez sonucu glikozdan başka hangi maddelerin, özellikle nişastanın oluştuğu, karbondioksitin nasıl kullanıldığı, karbondioksit miktarının fotosentez hızına etkisi, fotosentez sonucu oksijen oluşumu ana temaları üzerine deneyler tasarlanmıştır. Deneyler öğrencilerin kolayca anlayabileceği ve uygulayabileceği bir şekilde yazılmıştır. Her deneyin açıklaması şekillerle desteklenmiştir. Ayrıca öğrencilerin dikkatini çekmek, konu hakkında derinlemesine düşünmelerini sağlamak ve pekiştirmek için araştırmacılar tarafından hazırlanmış açık uçlu sorular da bulunmaktadır.

Ev deneylerinin iyi yönlerinin kötü yönlerinden daha fazla olduğunu düşünüyoruz. Ev deneylerinin iyi yönleri şu şekilde özetlenebilir: Ev deneylerinin, öğrencilerin fotosentez konusundaki eksikliklerini ve yanlışlarını belirleyip düzeltmelerine, derse karşı olumlu tutum oluşturmalarına, dersi daha üretken ve ilgi çekici hale getirmelerine, laboratuvar ortamlarını iyileştirerek daha iyi öğrenmelerini sağlamalarına, laboratuvar yönteminin geleneksel yapısını ortadan kaldırmalarına, laboratuvarlara karşı tutumlarını olumlu yönde değiştirmelerine, kendi başlarına deney yapabilmeleri nedeniyle özgüvenlerini artırmalarına, bilimsel araştırma süreçlerini daha anlaşılır hale getirmelerine, teorik bilgi ile deneysel çalışmalar arasında ilişki kurmalarını sağlamalarına, konuları daha anlaşılır ve yararlı hale getirmelerine, klasik ödevler yerine ev deneylerinin kullanılmasının yeni ve farklı bir ölçme ve değerlendirme tekniği oluşturulmasına büyük katkı sağlayacağına inanıyoruz.

Ayrıca süreç içerisinde öğrencilerin ev deneylerinin hangi aşamalarında; deney materyallerini toplama, talimatlara göre deney

düzenleği kurma, yeni deney tasarımları yapma, veri dönüştürme, ölçüm, veri kaydetme ve yorumlamada zorluk çektikleri belirlenebilir. Öğrenciler son yıllarda oldukça yaygınlaşan bilişim teknolojilerinin yanı sıra klasik ve el becerisine dayalı teknolojilerden de faydalanabilirler. Sonuç olarak ev deneylerine yönelik tutumlarının olumlu yönde gelişeceğini düşünöyoruz.

Zayıf yönlerinin ise; materyallere erişimin zor olması, hazırlanmasının zaman alıcı ve zor olması, velilerin yeterli desteği sağlamaması, maddi imkânsızlıklar, klasik ödevlerden üslup olarak farklı olması, deneylerin şekil ve içeriklerinin yetersizliği nedeniyle anlaşılabilmesi olarak sıralanabilir.

Günümüzde dijitalleşmenin getirdiği yenilikler insanları el becerilerinden mahrum bırakmaktadır. Ayrıca klasik ödev ve deney yöntemleri bilişsel alanda bazı noktaların öğretiminde yetersiz kalmaktadır. Bu nedenler her iki yöntemin bütünleştirilmesini gerektirmektedir. Öte yandan eğitim müfredatlarının içerik yoğunluğu sınıflarda deney yapmayı zorlaştırmaktadır. Öğretmenler okullarda deney yapmayı ihmal etmekte ve klasik ödevlerle konuları pekiştirmeye çalışmaktadır. Bu yöntemin öğretimde son derece yetersiz olduğunu söyleyebiliriz. Bu nedenle ev deneylerinin öğretim sürecinde düzenli olarak kullanılması gerektiğini düşünmekteyiz. Buna göre öğretmen adaylarına farklı yöntem, teknik ve ölçme araçlarını kullanmaları öğretilmesi gerekecektir. Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına ev deneyleri hazırlama, uygulama ve değerlendirme konusunda eğitim verilebilir. Ayrıca öğrencilerin ev ortamında deney yapmalarına izin verilmeli ve uygulama sırasında veriler ve yaptıkları hatalar raporlanmalıdır. Öğretmenler ev deneyleri yaparken süreç içerisinde ölçme ve değerlendirme yapabilir. Ev deneyleri ile öğrenciler kendi yeteneklerini değerlendirebilir ve arkadaşlarıyla karşılaştırabilirler. Ev deneyleri hakkında bilgiler bilişim teknolojileriyle bütünleşik bir şekilde kullanılabilir. Böylece bilgisayar teknolojilerinin ve gerçek deney ortamlarının üstün yönleri aynı anda değerlendirilebilir. Ev deneyleri eğitimdeki diğer derslerde de kullanılabilir. Eğitimin bu yönde ilerlemesinin daha yararlı olacağına inanıyoruz.

## Kaynakça

Abenes, F. M., & Caballes, D. G. (2020). Misconceptions of science teachers in evolution. *Biometrics and Bioinformatics*, 12(2), 31-38.

Asa, A., & Çalış, S. (2024). Uzaktan eğitimde basit malzemelerle yapılan ev deneylerinin bilimsel süreç becerilerine ve öğrenme motivasyonuna etkisi: Işık ünitesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 53(241), 297-330. doi:10.37669/milliegitim.1210023

Ayas, A., Karataş, F. Ö., Ünal, S., & Çalık, M. (2001). Gazlar konusuyla ilgili bilgisayar yazılımlarının yeterliliklerinin araştırılması ve örnek bir yazılım geliştirilmesi. *Yeni Binyılın Başında Türkiye’de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu* (s. 221-227). Maltepe Üniv.

Baydere, F. K., & Çakır, Ç. Ş. (2019). Bilimsel süreç becerilerine dayalı laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri öz yeterliliklerine etkisi. *Online Science Education Journal*, 4(2), 117-130.

Champbell, N. A., & Reece, J. B. (2005). Animal form and function. *Biology* (7 b., s. 867-897). içinde Pearson & Benjamin Cumming.

Dennison, C. (1999). *Proteinleri Saflaştırma Rehberi*. (M. Oktay, Çev.) İstanbul: Aktif Yayınevi.

Efe, H., Oral, B., Efe, R., & Ön, M. (2011). Fotosentez Ünitesinin Bilgisayar Simülasyonlarıyla Desteklenen İşbirlikli Öğretim Yöntemiyle Öğretiminin Öğrenci Erişi ve Biyoloji Dersine Yönelik Tutuma Etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 5(1), 313-329.

Efe, N. (2000). *Genel biyoloji laboratuvarı*. Erzurum: Bakanlar Media.

Engin, A. O., Tösten, R., & Kaya, M. D. (2010). Bilgisayar destekli eğitim. *Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitü Dergisi*, 1(5), 69-80.

Ertepinar, H., Demircioğlu, H., Geban , Ö., & Yavuz, D. (1998). Benzeşme ve bilgisayarlı öğretimin mol kavramını anlamaya etkisi. *III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu Bildirileri*, (s. 173-175). Trabzon: K.T.Ü. Fatih Eğitim Fakültesi.

Gilbert, I. K., Osborne, R. I., & Fensham, P. I. (1982). Children's science and its consequences for teaching. *Science Education*, 66, 623-633.

Kaçar, S., Yayla, Z., & Türkoğuz, S. (2021). Fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuvar güvenlik önlemlerine ilişkin bilgi düzeyleri. *Ihlara Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 98–113.

Kavlak, E. E., & Birhanlı, A. (2023). Fen öğretiminde yenilikçi bir yöntem olarak sanal laboratuvarların kullanımı. *International Anatolia Academic Online Journal Social Sciences Journal*, 9(2), 38-51.

Köse, S., Ayas, A., & Taş, E. (2003). Bilgisayar destekli öğretimin kavram yanlışları üzerine etkisi: Fotosentez. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(14), 106-112.

Mintzes, J. J., Wandersee, J. H., & Novak, J. D. (2001). Assessing understanding in biology. *Journal of Biological Education*, 35(3), 118-124. doi:10.1080/00219266.2001.9655759

Özdemir, G. &, Özdemir, G., & Ünal, İ. (2025). Fen eğitiminde sanal laboratuvar kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına etkisi: Meta-analiz çalışması. *Uluslararası Eğitim Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 11(1), 66-86.

Paşa, S., & Azbay, Ş. N. (2022). Salgın döneminde ortaokul öğrencilerinin saf madde ve karışımlar ünitesindeki etkinliklerin ev ortamında uygulanmasına yönelik görüşleri. *Türkiye Kimya Dernegi Dergisi Kısım C: Kimya Eğitimi*, 7(1), 1-22.

Sanders, M. (1993). Erroneous ideas about respiration: The teacher factor. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(8), 919-934.

Seydioğlu, E., & Barış, N. (2021). Bilimsel süreç becerileri uygulama örneği: Baloncuk araştırma laboratuvarı. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 5(1), 207-225. doi:10.35346/aod.885853

Şahin, T. Y., & Yıldırım, S. (1999). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Şeref, C., & Akbulut, H. İ. (2024: 2026). Türkiye’de eğitim alanında sanal laboratuvar ile ilgili yapılan lisansüstü tezlerin içerik analizi: 2003-2023. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*(61), 2017-2039.

Teke, H., & Çetin, D. (2024). Fen bilimleri eğitiminde laboratuvar güvenliğiyle ilgili araştırmaların incelenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*(62), 2883-2903.

Tekkaya, C. (2002). Biyoloji Kavramalarının Anlaşılmasında Kavram Yanılgısı Etmeni. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 259-266.

Tekkaya, C., & Balcı, S. (2003). Öğrencilerin fotosentez ve bitkilerde solunum konularındaki kavram yanılgılarının saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24,101-107.

Tekkaya, C., Çapa, Y., & Yılmaz, Ö. (2000). Biyoloji öğretmen adaylarının genel biyoloji konularındaki kavram yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(18), 140-147.

Yip, D. Y. (1998). Teachers' misconceptions of the circulatory system. *Journal of Biological Education*, 32(3), 207-215.

Zorlu, Y., & Zorlu, F. (2021). Investigation of prospective science teachers' understandings on ergastic substances with the semantic mappings. *International Journal of Psychology and Educational Studies*, 8(1), 86-98.



# EVDE YAPILABİLECEK FOTOSENTEZ DENEYLERİ

