

A Meta-Synthesis Study of Misconceptions about Photosynthesis

Berçem BEYAZGÜL¹, Şenol ALPAT²

¹ Dokuz Eylül University, Institute of Educational Sciences, berc5337@gmail.com,
<http://orcid.org/0009-0000-0592-6396>

² Dokuz Eylül University, Buca Faculty of Education, Chemistry Education,
senol.alpat@deu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-5937-9949>

Received: 14.08.2024

Accepted: 25.09.2024

Doi: <https://doi.org/10.37995/jotcsc.1533420>

Abstract:

In this study, misconceptions about photosynthesis were addressed using the meta-synthesis method. In the meta-synthesis method, studies on the subject under consideration are examined in depth and opinions that have not been previously mentioned on the subject are included. A coding was created according to the meta-synthesis method and the studies were examined within certain criteria (publication language, year, data collection tools, sample, research method, data analysis methods and misconceptions). Accordingly, 15 studies, including 2 theses and 13 articles, were examined. Two of the studies (f=2) were conducted in the Hacettepe University Faculty of Education Journal and CBE-Life Sciences Education journals. 7 of the studies examined were in Turkish and 8 were in English. 9 tests (concept test, scientific process skill test, and conceptual understanding test) were used as data collection tools in the studies. In 4 of the studies, the number of samples' range was of 50-100 and in 3 of them it was in the range of 0-50. According to the results, most of the studies were conducted at the university level. The aim of 8 of the studies was only to identify misconceptions.

Key words: Photosynthesis, Misconceptions, Meta-synthesis

Corresponding author: Şenol ALPAT, senol.alpat@deu.edu.tr (This study was produced from Berçem Beyazgül's master's thesis.)

EXTENDED SUMMARY

Introduction

Concepts can be considered as thoughts, objects or facts that enable us to perceive the events around us, while misconceptions are expressed as views that provide a misunderstanding of such thoughts, objects or events based on a person's experience. It can sometimes lead to misunderstanding as students create their own theories, which means any concept that is far from scientific structure. Misconceptions can occur when factual information is misunderstood or inconsistent statements are made from reliable sources such as parents and teachers. When these misconceptions are combined with the student's cognitive structure, they prevent subsequent learning, so new concepts cannot be properly connected to their cognitive structure and weak expressions or misunderstandings about the concept occur.

Science is a discipline that is conceptually dominant by nature and uses abstract concepts extensively. That is why misconceptions are frequently encountered in the field of science. Misconceptions in science; it is explained as students' ideas taken from their life experience or non-formal education, which are not well structured and cause misunderstandings according to a scientific concept (Soeharto, et all, 2019).

The concept is expressed by the Turkish Language Association as "The abstract and general design of an object or idea in the mind" (Türk Dil Kurumu, 2023). Concepts are cognitive tools that enable the individual's thinking behaviour to emerge. The transfer of thoughts takes place through concepts. Thoughts about a situation can be explained in the presence of concepts formed in the mind. Misconceptions are when students express concepts about a particular subject incorrectly. Misconception is the creation of a concept that deviates from its meaning in the literature for any reason. Such understandings seen in students are seen in educational research; it is called in many different ways, such as misconceptions, first conceptions, common sense concepts, misunderstandings, children's science, pre-conceptions, mental models, students' identification, explanatory systems, alternative frameworks, initial beliefs, alternative conceptions and conceptual frameworks (Arikil et all., 2010). Misconceptions and efforts to eliminate them are frequently encountered in science education.

These misconceptions are encountered about photosynthesis, which is a concept that concerns many disciplines. This is because it is a complex biological topic with a number of conceptual aspects (ecological, physiological, biochemical, energetic, autotrophic nutrition) that are not easily understood by students (Marmaroti & Galanopoulou, 2007). Learning photosynthesis will contribute to students' understanding of other topics such as

environmental problems, environmental conditions, greenhouse gases, climate change, carbon footprint, forest conservation (Saka, 2016).

In the textbook published by the Ministry of National Education, the subject of photosynthesis is summarized as follows: Photosynthesis is the process by which light energy is converted into chemical energy in the form of sugar (Olgun et al., 2022). In a process driven by light energy, glucose molecules (or other sugars) are formed from water and carbon dioxide, releasing oxygen as a byproduct.

This research includes examining the theses and articles on misconceptions about photosynthesis in Turkey and abroad using the meta-synthesis method and discussing the relationship between them in detail. Studies on this subject will be examined in detail with a critical approach and a general conclusion will be reached, which will shed light on new research. Since the study will indicate the misconceptions that students frequently have, it will serve as a resource to have an idea and discuss the point at which these misconceptions intersect and the possible reasons for this.

Method

The data obtained in the study were analyzed by the meta-synthesis method. Meta-synthesis is a study design in which the qualitative findings of previous studies are grouped or categorized according to certain criteria and the findings are compared and reinterpreted (Dinger, 2018). Meta-synthesis serves as a method for interpreting and synthesizing qualitative findings across individual studies (Nye et al., 2016). The main idea in meta-synthesis is to bring together findings from primary studies and use them as data in a "third-level" interpretation (Aspfors & Fransson, 2015a). Typically, meta-synthesis, as opposed to meta-analysis, is the integration of results from qualitative studies to interpret (rather than aggregate) findings and conclusions.

The universe of the research consists of theses and articles in the field of misconceptions in photosynthesis, which are accessed with the keywords "photosynthesis" and "misconceptions in photosynthesis" in YÖK National Thesis Center, Dergipark, ScienceDirect, ResearchGate, Ebsco, National and International Journals. The sample of the study consists of electronically accessible articles and theses in the field of photosynthesis, determined by the easily accessible sampling method. The title of misconceptions in photosynthesis was researched and studies carried out from 2021 to 2000 were discussed. 38 studies on the subject were found. Studies that addressed or identified misconceptions in photosynthesis were included in the thesis. A coding form was created by examining the studies accessed nationally and internationally from search engines such as YÖK National Thesis Center, Dergipark, ScienceDirect, ResearchGate, Ebsco with the keywords "photosynthesis" and "misconceptions in photosynthesis" and the identified studies were examined.

The data obtained were categorized according to the distribution of theses and articles by years, (language of publication, type of theses, which university they were held in, data collection tools, sample and sample size, research methods used, data analysis methods used and the most frequently mentioned misconceptions.

Results and Discussion

Considering the distribution of the studies, there were 1 in 2003, 1 in 2008, 1 in 2010, 1 in 2011, 1 in 2015, 1 in 2016, 2 in 2017, 1 in 2018, 1 in 2019, 1 in 2020, and 4 in 2021. When the language and type of the studies were examined from qualitative dimensions, it was found that 7 of them were Turkish, 8 of them were English, and 13 of them were articles and 2 of them were theses. 1 of the studies was applied to a primary school, 2 to a high school, 8 to a university and 4 to a mixed group. It was observed that there was a general increase in the level of understanding due to the increasing level of education in explaining the concepts of photosynthesis and respiration in plants, and a parallel decrease in misconceptions. The number of samples was 3 between 0-50, 4 was between 50-100, 2 was between 100-150, 1 was between 150-200, 1 was between 250-300, 1 was between 350-400, and 2 was between 450-500. There was 1 study with a number between 600-650. When we looked at the methods used in the study, it was seen that 4 qualitative, 9 quantitative and 2 mixed methods were used. When the data collection tools were examined, it was determined that 9 tests (concept test, cognitive process skill test, conceptual understanding test), 1 vee diagram, 4 surveys and 1 concept cartoon were used. In the study, it was aimed to determine which concepts show continuity in studies on photosynthesis at different education levels.

The misconception of only higher plants perform photosynthesis, seen in primary and high school, has been identified. It was repeated at the university level as "Only higher plants perform photosynthesis" and "Only plants perform photosynthesis and animals perform respiration". The repeated misconceptions at primary, high school, and university levels, given as examples above, were examined in detail in our research.

Recommendations

Photosynthesis is an interdisciplinary subject because it involves concepts from chemistry, physics and biology. To understand the subject, giving the concepts in these fields to students before the subject of photosynthesis can increase the understandability of the subject. Students' learning of light-matter interaction in physics and redox in chemistry can increase comprehensibility in teaching the subject of Photosynthesis.

Fotosentez Konusundaki Yanlış Anlamalara İlişkin Bir Meta-Sentez Çalışması

Berçem BEYAZGÜL¹, Şenol ALPAT²

¹Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, berc5337@gmail.com
http://orcid.org/0009-0000-0592-6396

²Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Kimya Eğitimi Anabilimdalı
senol.alpat@deu.edu.tr https://orcid.org/0000-0001-5937-9949

Gönderme Tarihi: 14.08.2024

Kabul Tarihi: 25.09.2024

Doi: <https://doi.org/10.37995/jotcsc.1533420>

Özet:

Bu araştırma, Türkiye’de ve yurtdışında fotosentezde kavram yanlışları konusunda yapılmış olan tez ve makalelerin meta-sentez yöntemiyle incelenip arasındaki ilişkinin detaylı olarak ele alınmasını içermektedir. Meta-sentez yönteminde ele alınan konuyla ilgili yapılmış çalışmalar derinlemesine incelenerek daha önce konuyla ilgili değinilmemiş görüşlere yer verilir. Meta-sentez yöntemine göre bir kodlama oluşturulmuş ve belirli kriterler (yayın dili, yılı, veri toplama araçları, örneklem, araştırma yöntemi, veri analiz yöntemleri ve kavram yanlışları gibi) dâhilinde çalışmalar incelenmiştir. Buna göre 2 tez ve 13 makale olmak üzere 15 adet çalışma incelenmiştir. Çalışmalar en çok (f=2) Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi ve CBE-Life Sciences Education dergilerinde yapılmıştır. İncelenen çalışmaların 7 tanesi Türkçe ve 8 tanesi İngilizce dilindedir. Çalışmalarda veri toplama aracı olarak 9 adet test (kavram testi, bilimsel süreç beceri testi, kavramsal anlama testi) kullanılmıştır. Çalışmaların 4 tanesinde örneklem sayısı 50-100 aralığında, 3 tanesinde ise 0-50 aralığındadır. Bulgulara göre çalışmalar en çok üniversite düzeyinde yapılmıştır. Yapılan çalışmaların 8 tanesinin amacı yalnızca kavram yanlışlarını belirlemeye yöneliktir. Tespit edilen kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik daha çok çalışmalar yapılmalı ve elde edilen sonuçlar eğitim öğretim sürecinde uygulanmalıdır. Açığa çıkarılmamış olan yanlışlar için farklı örneklem grupları belirlenebilir ve sayıları artırılarak daha güvenilir sonuçlar elde edilebilir. Kavram yanlışlarına sahip öğrencilerle görüşülerek sahip oldukları yanlışların nerede olduğu tespit edilebilir. Kavram yanlışlarının giderilmesiyle ilgili uygulamalar yapıldıktan sonra geri dönüt almak adına belirli bir süre sonra tekrar uygulama yaptırılabilir.

Anahtar kelimeler: Fotosentez, kavram yanlışları, meta-sentez .

Sorumlu yazar: Şenol ALPAT, senol.alpat@deu.edu.tr (Bu çalışma Berçem Beyazgöl’ün Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.)

GİRİŞ

Kavramlar, etrafımızdaki olayları algılamamızı sağlayan düşünceler, nesnelere veya olgular olarak ele alınabilir. Kavram yanlışları ise, bir kişinin yaşantısına dayalı olarak oluşturulmuş bu tür düşüncelerin, nesnelere veya olayların yanlış anlaşılmasını sağlayan görüşler olarak ifade edilir (Thompson & Logue, 2006). Öğrenciler kendi kavramlarını oluşturdukları için bazen yanlış anlamalara yol açabilir, bu yanlış anlama bilimsel yapıdan uzak olan herhangi bir kavram anlamına gelir (Nakhleh, 1992).

Kant'ın dünyayı şekillendirdiğimiz kalıpların çoğunun inşa edilmiş olmaktan çok temelden geldiğine dair varsayımı, sezgilerin ve ön yargıların kavram yanılgıları ile ilişkili olduğunu destekler (Gil-Perez & Carrascosa, 1990). Kavramların zihinde oluşturduğu izler sonradan öğrenildiği gibi içgüdüsel olarak da gelişebilir. Kavram yanılgıları, olgusal bilgilerin yanlış anlaşılması veya ebeveynler ve öğretmenler gibi güvenilir kaynaklardan tutarsız açıklamalar yapılması gibi durumlarda oluşabilir (Thompson & Logue, 2006). Oluşan bu yanılgılar, öğrencinin bilişsel yapısıyla birleştirildiğinde sonraki öğrenmeleri önler. Bu nedenle yeni kavramlar onların bilişsel yapısına uygun bir şekilde bağlanamaz ve kavramla ilgili zayıf ifadeler veya yanlış anlamalar meydana gelir (Nakhleh, 1992).

Fen bilimleri, doğası gereği kavramsal olarak baskın olan ve soyut kavramların yoğun olarak kullanıldığı bir disiplindir (Urey, 2018). Bu yüzden fen bilimleri alanında kavram yanılgılarına sıkça rastlanmaktadır (Nakhleh, 1992). Fen bilimlerinde kavram yanılgıları; öğrencilerin yaşam deneyiminden ya da yaygın eğitimden alınan, iyi yapılandırılmamış ve bilimsel bir kavrama göre yanlış anlamalara sebep olan fikirleri olarak açıklanmaktadır (Soeharto vd. 2019).

Kavram Türk Dil Kurumu (2023) tarafından "Bir nesnenin veya düşüncenin zihindeki soyut ve genel tasarımı" olarak ifade edilmiştir. Kavramlar, bireyin düşünme davranışının ortaya çıkmasını sağlayan bilişsel araçlardır (Çal, 2020). Düşüncelerin aktarımı kavramlarla gerçekleşir. Zihinde şekillenen kavramlar varlığında bir durum hakkındaki düşünceler açıklanabilir.

Kavramın özelliklerini Ülgen (2004, Akt. Çal, 2020) şu şekilde sıralamıştır:

- 1- Kavramlar, günlük hayatta yer alan nesne ve olayların geçmiş yaşantılara bağlı olarak anlaşılan özellikleri çerçevesinde ifade edilebilmektedir.
- 2- Kavramlar özellikleri bakımında sübjektif yapıdadır.
- 3- Kavramın özgün anlamları vardır.
- 4- Kavramların bazı özellikleri diğer kavramlarla ilişkili olabilir.
- 5- Kavramlar maddelerin ve durumların birebir veya aktararak incelenebilen özelliklerinden oluşur.
- 6- Kavramların birden fazla uzantısı vardır.
- 7- Kavramlar arasında belirli kriterlere göre sınıflandırma yapılabilir.
- 8- Kavramlar aralarındaki ilişkilerden yola çıkarak kapsamlı bir nokta oluşturulabilir.
- 9- Kavramlar dile dairdir.
- 10- Kavramların nitelikleri de kendi başlarına birer kavramdır.

Öğrencilerin belirli bir konudaki kavramları yanlış ifade etmeleri ise kavram yanılığı olarak adlandırılır (Arıkıl & Kalın, 2010). Kavram yanılığı, bir kavramın herhangi bir nedenden ötürü literatürde yer alan anlamından uzaklaşarak oluşturulmasıdır (Yakmacı Güzel, 2017). Eğitim araştırmalarında "Öğrencilerde görülen bu tür kavramalar, yanlış kavrama (misconceptions) (Disessa & Sherin, 1998), ilk kavramalar (naive conceptions) (Chi, Slotta & Leeuw, 1994), genel duyu kavramları (common sense concepts), yanlış anlamalar (misunderstanding) (Spada, 1994), çocukların bilimi (children's science) (Azizoğlu, vd. 2006), ön kavramalar (preconceptions), zihinsel modeller (mental models) (Vosniadou, 1994), öğrencilerin tanımlaması (student's descriptive), açıklayıcı sistemler (explanatory systems) (Nakhleh, 1992), alternatif çerçeveler (alternative frameworks) (Caravita & Halden, 1994), ilk inançlar (naive beliefs) (Bliss & Ogborn, 1994), alternatif kavramalar (alternative conceptions) (White, 1994, Hewson & Hewson, 1983) ve kavramsal çerçeveler (conceptual frameworks) (Driver & Erickson, 1983) gibi çok farklı şekillerde adlandırılmaktadır."(Akt. Arıkıl vd., syf:182, 2010).

Alan yazında kavram yanılığlarıyla ilgili pek çok farklı tanım bulunmaktadır. Ojose (2015) tarafından kavram yanılığının, bilginin yanlış anlaşılması ve yanlış yorumlanması sonucu ortaya çıktığı belirtilmiştir. Bunun yanında öğrencilerin belirli bir problem hakkındaki yanlış veya bilimsel olmayan düşünceleri olarak da tanımlanmaktadır (Morgil vd, 2009, sayfa:50).

Bir görüşün kavram yanılığı olarak nitelendirilebilmesi için bu görüşü sunan kişinin doğruluğundan emin olması gerekmektedir. Görüş hakkında bir kararsızlık durumu varsa bu kavram yanılığından ziyade bilgi eksikliği ve bilgi karışıklığı olabilir. Her yanlış görüş kavram yanılığı şeklinde nitelendirilemez.

Fisher (1985, Akt. Çal, 2020), kavram yanılığının belli başlı ortak özellikleri olduğunu söylemektedir. Bu ortak özellikler:

- 1- Ele alınan konuya hâkim kişilerin ileri sürdükleri teorilere bağlı olarak değişebilir.
- 2- Yanılgı bir veya birden fazla kez oluşabilir.
- 3- Yanlış ve eksik etkileşimlerden kaynaklanabilir.
- 4- Kavram yanılığları batıl inançlardan ve benzeri inanışlardan doğabilir.
- 5- Yaşam tecrübelerine bağlı olarak bazı yanılığlara geçmişten sahip olunabilir.
- 6- Genetik aktarım, kültürel gelişim ve eğitim sürecinin sonucu olarak ortaya çıkabilir.

Kavram yanılığının en popüler sebebi zihinde kodlanmış ve sorgulanmamış ön öğrenmelerdir. Bir kültür çatısı altında istemli veya istemsiz şekilde sentezlenerek oluşan bu ön öğrenmeler sonucu açığa çıkan kavram yanılığları 1995 yılında yayımlanan Science

Teaching Reconsidered kitabında şu şekilde sınıflandırılmıştır: Önyargılı kavramlar, bilimsel olmayan inançlar, kavramsal yanlış anlamalar, yerel kavram yanılgıları, gerçeklere dayalı kavram yanılgıları.

Öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgılarının belirlenmesi önemli olup saptanmasında kullanılan yöntemler;

- 1- Kavram haritaları
- 2- Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA)
- 3- Mülakatlar (Görüşme) ve anketler
- 4- Kelime ilişkilendirme
- 5- Tanılayıcı dallanmış ağaç
- 6- Yapılandırılmış grid (ızgara) olarak belirtilmiştir (Yıldırım, 2016).

Belirlenen kavram yanılgılarının giderilmesinde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler;

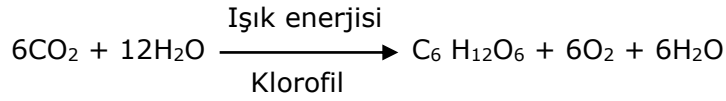
- 1- Kavramsal değişim metinleri
- 2- Analoji
- 3- Kavram karikatürleri
- 4- Aktif öğrenme
- 5- Bilgisayar destekli öğretim modeli
- 6- Probleme dayalı öğrenme modelidir (Üce & Ceyhan, 2019).

Fen bilimlerinde çok sayıda soyut kavramın bulunması öğrencilerin ön öğrenmeleri ve zihinlerinde oluşturdukları şemalara bağlı olarak kavram yanılgılarının ortaya çıkmasına sebep olmaktadır (Güleşir vd., 2020). Bu konuda yapılmış birçok çalışma vardır (Karakaya vd., 2021, Suprpto, 2020, Svandova, 2014, Töman vd., 2015).

Bu yanılgılara birçok disiplini ilgilendiren bir kavram olan fotosentez konusunda rastlanılmaktadır. Bunun nedeni öğrenciler tarafından kolayca anlaşılamayan bir dizi kavramsal tarafı (ekolojik, fizyolojik, biyokimyasal, enerjik, ototrofik beslenme) olan karmaşık bir biyolojik konu olmasıdır (Marmaroti & Galanopoulou, 2007). "Fotosentezi öğrenmek, öğrencilerin çevre sorunları, çevre koşulları, sera gazları, iklim değişikliği, karbon ayak izi, orman koruma gibi diğer konuları anlamalarına katkıda bulunacaktır." (Saka, 2019).

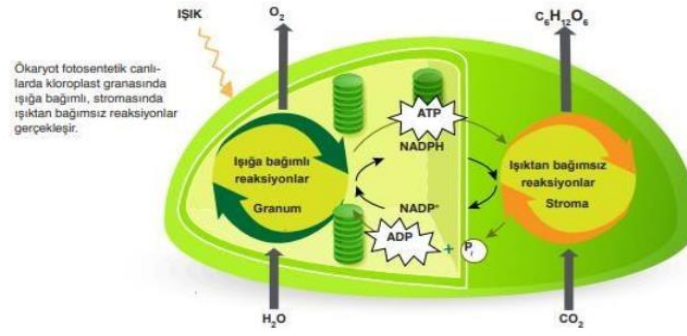
Millî Eğitim Bakanlığının yayımlanmış olduğu ders kitabında fotosentez konusu aşağıdaki gibi özetlenmiştir (Olgun vd., 2022):

Fotosentez, ışık enerjisinin şeker formundaki kimyasal enerjiye dönüştürüldüğü süreçtir. Işık enerjisiyle yürütülen bir süreçte su ve karbondioksitten glikoz molekülleri (veya diğer şekerler) oluşturulur ve yan ürün olarak oksijen açığa çıkar.

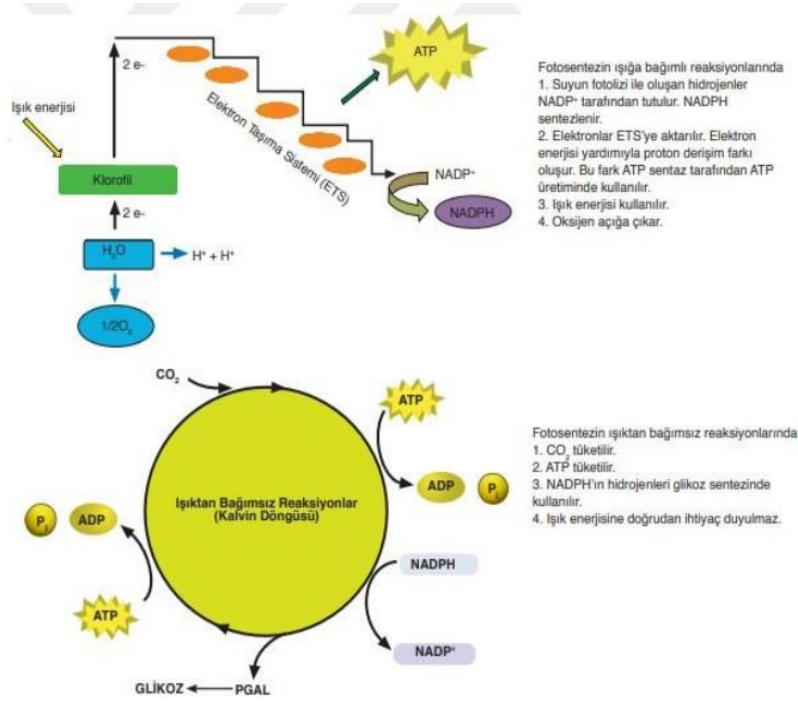


Denklemdaki $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, bir çeşit karbonhidrat olan glikozdur. Denklemden eşitliğin her iki tarafında H_2O bulunması, suyun hem tüketildiğini hem de üretildiğini gösterir. Bitkiler, algler ve bazı bakteriler dâhil fotosentetik organizmalar önemli bir ekolojik rol oynamaktadır. Bu organizmalar ışık enerjisini kullanarak kendi yiyeceklerini ürettiklerinden (yani kendi karbonlarını sabitlediklerinden) fotoototroflar (kelimenin tam anlamıyla, ışığı kullanan kendi kendini besleyenler) olarak adlandırılır. Fotosentez, birden fazla basamağa sahip olan iki farklı reaksiyon şeklinde gerçekleşir. Bunlar ışığa bağımlı reaksiyonlar ve ışıktan bağımsız reaksiyonlar adını alır.

- 1- Işığa Bağımlı Reaksiyonlar: Işığa bağlı tepkimeler tilakoid zarında gerçekleşir ve sürekli olarak ışık enerjisi kullanırlar. Klorofiller ışık enerjisini soğurur, bu enerji daha sonra ATP (enerji depolayan bir molekül) ve NADPH (bir tür elektron taşıyıcısı) oluşumuyla kimyasal enerjiye dönüştürülür. Bu işlem sırasında su molekülleri de oksijen gazına dönüşür. Ayrıca klorofil tarafından soğurulan ışığın bir kısmı ile su molekülleri parçalanır. Bu olaya fotoliz denir (Şekil 1).
- 2- Işıktan Bağımsız Reaksiyonlar: "Fotosentezin ışıktan bağımsız reaksiyonları; ökaryot hücrelerde stomada, prokaryot hücrelerde ise sitoplazmada gerçekleşir. Bu basamağa aynı zamanda Calvin döngüsü de denir. Işıktan bağımsız reaksiyonlarda ışık doğrudan gerekli olmasa da ışığa bağlı reaksiyonlarda açığa çıkan ATP ve NADPH'a ihtiyaç duyulur. Işığa bağımlı reaksiyonlardan gelen ATP'lerinde fosforilasyonu sonucu açığa çıkan enerji ile CO_2 ve NADPH'ın hidrojenleri birleştirilir. 3 karbonlu fosfogilseraldehit (PGAL) molekülleri sentezlenir. Kloroplastın stoma kısmında PGAL'den bitkinin ihtiyaç duyduğu tüm organik moleküller dönüşüm reaksiyonları ile üretilir" (Şekil 2) (MEB, 2022).



Şekil 1. Kloroplast (MEB, 2022)



Şekil 2. Fotosentezin reaksiyonları (MEB, 2022).

Fotosentez yukarıda açıklandığı üzere soyut ve öğretimi zor olan bir kavram olduğundan sıkça kavram yanlışlarına rastlanılmaktadır. Örneğin,

Bacanak, Küçük ve Çepni (2004), ilköğretim 5 ve 8. sınıf öğrencilerinin, fotosentez ve solunum kavramlarını anlama düzeylerini ve kavram yanlışlarını karşılaştırmalı olarak ortaya koymak için kavramsal anlamaları, kross-age çalışması kapsamında derinlemesine incelemişlerdir. Bu çalışma kapsamında elde edilen verilerden öğrencilerin, fotosentezin bitkilerin karbondioksit alıp oksijen vermesi olduğu, bitkilerin enerjilerini dışarıdan aldıkları, toprağın bitkilere besin sağladığı şeklinde sıralanan önemli kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir.

Hoplan, Güneş ve Güneş (2011) çalışmalarında fotosentez ile ilgili kavram yanlışlarının giderilmesinde bilgisayar destekli eğitimin etkisini belirlememek istemişlerdir. Öğrencilerin özellikle ışık, klorofil, enerji, kloroplastın yapısı, ATP sentezi ve reaksiyonların nerede gerçekleştiği konularında kavram yanlışları olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak bilgisayar destekli eğitimin kavram yanlışlarını gidermek ve öğrenci başarısını artırmak için önemli bir öğretim yöntemi olduğu sonucuna varılmıştır.

Krall, Lott ve Wymer (2009) yaptıkları çalışmanın amacı, hizmet içi ilkökul ve ortaokul öğretmenlerinin fotosentez ve solunum kavramlarını, öğretmenleri beklenen temel kavramları araştırmak şeklindedir. Bulgular, öğretmenlerin ortaya koyduğu bilimsel olmayan kavramlar ile araştırma literatüründe ilkökul ve ortaokul öğrencilerinin kavramları anlamalarına ilişkin bildirilen bilimsel olmayan kavramlar arasında benzerlikler olduğunu ortaya koymuştur.

Lasuen (2016), çalışmasında yeşil bitki fotosentezi ile ilgili kavramlar hakkındaki bilgi düzeyini değerlendirmek ve süreçle ilgili kavram yanlışlarını belirlemek için Bask Ülkesi Üniversitesi (UPV/EHU) Üniversite Öğretmen Eğitimi Koleji'ndeki 4. sınıf öğretmen adayı derecesi (PSTD) öğrencilerine açık bir anket (n=27) uygulanmıştır. Benzer şekilde ankette öğrencilerin bilimsel hipotezleri ve değişkenleri belirleme ve basit deneysel tasarımlar geliştirme becerilerini belirlemeye yönelik bazı açık uçlu sorular yer almıştır. Sonuçta öğrencilerin, fotosentezi solunumla ilişkilendirirken veya ısıyı ışık enerjisiyle karıştırırken bazı durumlarda temel kavramları da karıştırdıklarını tespit etmiştir.

Nurbaety, Rustaman ve Sanjaya (2016), öğrencilerin kavram yanlışlarının nedenlerini belirlemek ve analiz etmek için ortaokul öğrencilerinde fotosentezle ilgili bitki yapısı hakkındaki kavram yanlışlarını çizim yöntemiyle teşhis etmeye yönelik betimsel bir çalışma yapmışlardır. Sonuçta öğrencilerin kavram yanlışlarının ana nedenlerinin, öğrencilerin kendilerinden ve çevre ile etkileşimlerinden kaynaklandığı görülmüştür. Bu bulgular, öğrencilerin fotosentezin ne zaman meydana geldiği, fotosentezin meydana geldiği yer ve fotosentez kavramı ile ilgili olarak bitkinin yapı ve fonksiyonlarının belirlenmesi konularında çoğunlukla kavram yanlışlarına sahip olduklarını gösteren görüşme sonucu ile desteklenmiştir.

Svandova (2014) çalışmasında ortaokul öğrencilerinin fotosentez ve bitki solunumu kavramlarına ilişkin yaygın kavram yanlışlarını araştırmıştır. Araştırma, Çek öğrencilerin fotosentez ve bitki solunumu hakkında birçok yanlışlığa sahip olduğunu göstermiştir. Çalışmada öğretmenlere bu kavramların grafiksel anlatımı, fotosentez ve solunumun doğru kimyasal açıklamaları ve bu süreçlerle ilgili entegrasyonun bağlanması yoluyla kavram yanlışlarını ortadan kaldıracabileceklerini önermiştir.

Şaşmaz Ören, Karatekin, Erdem ve Ormancı (2012) fen ve teknoloji öğretmen adaylarının bitkilerde solunum-fotosentez konusundaki bilgi düzeylerinin kavram

karikatürleri yardımıyla belirlenmesi ve sınıf düzeyi, öğrenim türü gibi farklı değişkenlere göre incelenmesini amaçladıkları çalışmalarında nicel araştırma yöntemlerinden tarama modeli, veri toplama aracı olarak kavram karikatürü testi kullanmışlardır. Elde edilen bulgulara göre fen ve teknoloji öğretmen adaylarının bilgi düzeylerinin, konunun "fotosentez olayı için gerekli koşullar-ışık" ve "geceleri bitkilerde solunum fotosentez olayı" alt başlıklarında daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

Ohlsson ve Ergezen (1997) tarafından fotosentez, karmaşık biyokimyasal yollar, süreçlerin soyut doğası ve aşamalı gerçekleşen tepkime mekanizmaları nedeniyle öğrenciler için kavranması güç bir kavram olarak ele alınmıştır (Akt. Köse & Uşak, 2006). Çalışma için seçilen konu fizik, kimya, biyoloji gibi disiplinler-arası bir konu olmasının yanı sıra hem sözel ifadeler hem de denklemler gibi matematiksel bağıntıları içeren bir yapısı olması nedeniyle öğrencilerde sıklıkla kavram yanılgısı oluşturmaktadır.

Bahsi geçen çalışmalara dayanarak bu yanılgıların günümüzde yoğun bir şekilde kartopu gibi ilerleyerek büyüdüğü çıkarılabilir. Bu konuda yapılmış olan çalışmalar eleştirel bir yaklaşımla detaylıca incelenip genel bir kanıya varılarak yeni araştırmalara ışık tutacaktır. Çalışmada öğrencilerin sık düştüğü kavram yanılgıları belirtilmiş olduğundan bu yanılgıların hangi noktada keşiştiği ve bunun olası sebepleri hakkında fikir sahibi olmak ve tartışmak için bir kaynak oluşturacaktır. Aynı zamanda bu çalışma, yanılgıların giderilmesi için uygulanmış çalışmaların etkililiği hakkında fikir vereceğinden öğretmenlere ve araştırmacılara bu sorunun çözümü için farklı teknikler geliştirmeleri konusunda bir rehber olacaktır. Çalışmada aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır.

- 1- Fotosentez alanında yapılan tez ve makalelerin yıllara göre dağılımı nasıldır?
- 2- Fotosentez alanında yapılan tez ve makalelerin demografik özellikleri (yayın dili, tezlerin türü, hangi üniversitede yapıldığı vb.) nelerdir?
- 3- Fotosentez alanında yapılan tez ve makalelerde kullanılan veri toplama araçları nelerdir?
- 4- Fotosentez alanında yapılan tez ve makalelerde kullanılan örneklem ve örneklem büyüklüğü nasıldır?
- 5- Fotosentez alanında yapılan tez ve makalelerde kullanılan araştırma yöntemleri nelerdir?
- 6- Fotosentez alanında yapılan tez ve makalelerde kullanılan veri analiz yöntemleri nelerdir?
- 7- Fotosentez alanında yapılan tez ve makalelerde en çok değinilen kavram yanılgıları nelerdir?

YÖNTEM

Çalışmada elde edilen veriler meta-sentez yöntemi ile analiz edilmiştir. Öncelikle neden ve nasıl sorularına cevap bulmaya odaklanan bu nitel araştırma, insan ve davranışlarıyla ilgilidir ve insanların ihtiyaçları, deneyimleri, davranışları, güdüleri, arzuları ve beklentileri de dâhil olmak üzere sosyal olarak yapılandırılmış olguların anlaşılmasını sağlayabilir. Meta-sentez, daha önce yapılan çalışmaların nitel bulgularının belirli kriterlere göre gruplandırıldığı veya kategorize edildiği ve elde edilen bulguların karşılaştırılarak yeniden yorumlandığı bir çalışma tasarımıdır (Dinçer, 2018). Meta-sentez, bireysel çalışmalardaki nitel bulguların yorumlanması ve sentezlenmesine yönelik bir yöntem olarak hizmet eder (Nye vd., 2016). Nitel veriler, nicel araştırmalardan elde edilen mevcut kanıtların daha iyi anlaşılması ve daha iyi yorumlanması için faydalıdır. Nitel bir meta-sentez gerçekleştirirken 3 özel hedef vardır: (1) teori oluşturma (2) teori açıklaması ve (3) teori geliştirme. Meta-sentezde ana fikir, birincil çalışmalardan elde edilen bulguları bir araya getirmek ve bunları "üçüncü düzey" bir yorumda veri olarak kullanmaktır (Aspfors & Fransson, 2015a). Meta-analizin aksine tipik olarak meta-sentez, bulguları ve sonuçları yorumlamak (toplamak için değil) için nitel çalışmalardan elde edilen sonuçların entegrasyonudur (Leary & Walker, 2018). Meta-sentez yönteminin basamakları:

- 1- Araştırma sorusu ve seçim kriterlerini belirleme
- 2- Kriterlere uygun çalışmaları seçme
- 3- Dâhil edilen çalışmaların kritize edilmesi
- 4- Resmi verilerin ortak temalara göre irdelenmesi
- 5- Verilerden elde edilen sentezin ifade edilmesi şeklindedir (Lachal vd., 2017).

Meta-sentez, doğası gereği doküman analizine çok benzer ancak doküman analizi hem nicel hem de nitel verilerin analiz için kullanılabilirdiği bir analiz prosedürü olduğundan genellikle betimsel içerik analizinin bir türü olarak kabul edilir. Bu benzerliğin nedeni meta-sentezin önceki çalışmaların niteliksel bulgularını sentezlemesidir (Dinçer, 2018). Bu bağlamda fotosentezde görülen kavram yanılgılarının içerik analizi yöntemlerinden meta-sentez ile okuyucuya sunarak genel bir kanı oluşturulması amaçlanmıştır.

Çalışmanın Deseni

Betimleyici analiz dünyayı veya bir olguyu karakterize eder; Kim ne nerede ne zaman ve ne ölçüde sorularına yanıt vermek için verilerdeki kalıpları tanımlar (Loeb vd., 2017). Betimsel analiz türlerinden biri olan meta-sentez, ne belirli bir konu hakkındaki nitel literatürün bütünleşik bir incelemesi ne de bazı çalışmalardan elde edilen birincil verilerin ikincil veri analizidir daha ziyade bu çalışmaların bulgularının bir analizidir (Hanifzadeh, 2022).

Meta-sentez, alandaki araştırmanın sıradan bir incelemesi değil mevcut nitel araştırma bulgularının yorumlayıcı analizine dayalı yeni bilgi geliştirmeye yönelik metodolojik bir yaklaşımdır (Aspfors & Fransson, 2015a).

Meta-sentez dâhil etme kümesindeki çalışmalar tarafından ifade edilen daha büyük yapıları anlamayı amaçlayan 'karşılıklı sentezdir' (Nye vd., 2016). Meta-sentez iki kümenin kesişim noktasını ve farklarını ortaya koyan bir yaklaşım sergiler. Meta-sentez, belirli bir bilimsel alanda yapılan nitel çalışmaların sonuçlarını yeniden şekillendirmektedir. Bu süreç, araştırmacıların belirli bir araştırma sorusunu tanımlamasına ve ardından soruyu yanıtlamak için nitel kanıtları aramasına, seçmesine, değerlendirmesine, özetlemesine ve birleştirmesine olanak tanır (Hanifzadeh, 2022).

Bu çalışmada sonuçları niteliksel bakımdan değerlendirmek amacıyla seçilmiş olan meta-sentez yöntemi özetle ortak temalara dayanarak verileri derinlemesine irdeler. Oluşturulan temalar yapılmış olan fotosentez konusundaki çalışmaların farklarını ortaya koymak ve daha önce değinilmemiş noktalara yönelerek özgün bir araştırma yapmaktır. Bu amaçla kategorilere arasında bulunan kavram yanlışlarının disiplinlere ayrılarak incelenmesi eklenmiştir.

Örnekleme

Araştırmanın evrenini, YÖK Ulusal Tez Merkezi, Dergipark, ScienceDirect, ResearchGate, Ebsco, Ulusal ve Uluslararası Düzeydeki Dergilerde bulunan "fotosentez", "fotosentezde kavram yanlışları" anahtar kelimeleri ile ulaşılan, fotosentezde kavram yanlışları alanındaki tezler ve makaleler oluşturmaktadır. Çalışmanın örnekleme ise kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi ile belirlenen fotosentez ve fotosentezde kavram yanlışları alanındaki elektronik olarak erişilebilen ulusal ve uluslararası makale ve tezlerden oluşmaktadır.

Veri Toplama Süreci ve Araçları

Çalışmaların dâhil edilme/hariç tutulma kriterleri

Fotosentezde kavram yanlışları başlığı araştırılıp 2021 yılından 2000li yılına kadar yapılan çalışmalar ele alınmıştır. Konuyla ilgili 38 tane çalışma bulunmuştur. İncelenen çalışmalarda fotosentezde görülen kavram yanlışlarının giderildiğini veya tespit edildiğini ele alan çalışmalar teze dâhil edilmiştir. Fotosentezi anlatan, öğrencilerdeki ilgi düzeyini ve konu hakkındaki görüşleri sunan çalışmalar teze dâhil edilmemiştir. Meta-sentez sürecine dâhil edilecek nihai çalışma sayısı, araştırmacıların kararına (görüş birliğine), araştırmanın bağlamına ve kaynakların ulaşılabilirliğine bağlıdır. Bazı yazarlar (sonuçların formüle edilmesi gerekliliğiyle ilgili olarak) bir meta-sentezin (mümkünse) en az 10 veya 12 birincil çalışmayı içermesi gerektiğini iddia etmektedirler (Willig, 2018). Dâhil edilecek çalışma sayısında bir sınırlama yoktur. Bunun amacı sonuçların mümkün olduğunca doyurucu ve aktarılabilir olmasını sağlamaktır. Meta-sentezde hariç tutma kriterleri olarak

(1) tamamen kavramsal veya teorik bir arka plana sahip ve araştırma tasarımı olmayan çalışmalar; (2) nicel bir yöntem kullanan çalışmalar (niceliksel tabanlı araştırma analizi); ve (3) veri toplama aracı/aracı olarak kapalı uçlu anket soruları kullanılan çalışmalar; (4) nitel veriler temalara göre düzenlenmemiştir veya çalışma bulguları deneyimi yansıtmaması dikkate alınmalıdır (Chrastina, 2018). İlk etapta tüm değerlendiriciler tarafından hem uygun hem de uygun olmayan çalışmalar belirlenecektir. Çalışma, 2000-2021 yılları arasında yapılan çalışmalar ile sınırlandırılmıştır. Dil olarak Türkçe ve İngilizce seçilmiştir. Çalışmalar nitel ve karma çalışmalardan seçilmiş olup fotosentez konusunda görülen kavram yanlışları içermesine dikkat edilmiştir. Seçilen çalışmaların güvenilirliğinin ve kalitesinin artırılması bakımından hakemli dergilerde yayınlananlar ve tezler seçilmiştir. Yukarıda bahsedilen kriterlere göre seçilen çalışmalardan veriler toplanmış ve değerlendirilmiştir.

Veri Analizi

Bu çalışmada YÖK Ulusal Tez Merkezi, Dergipark, ScienceDirect, ResearchGate, Ebsco gibi arama motorlarından ulusal ve uluslararası alanda "fotosentez" "fotosentezde kavram yanlışları" anahtar kelimeleri ile ulaşılan çalışmalar incelenerek bir kodlama formu oluşturulmuş ve belirlenen çalışmalar incelenmiştir. Aşağıdaki Tablo 1' de örnek bir kodlama formu gösterilmiştir. Elde edilen veriler; tez ve makalelerin yıllara göre dağılımı, (yayın dili, tezlerin türü, hangi üniversitede yapıldığı, veri toplama araçları, örneklem ve örneklem büyüklüğü, kullanılan araştırma yöntemleri, kullanılan veri analiz yöntemleri ve en çok değinilen kavram yanlışları fizik, kimya ve biyoloji alanına ait olarak kategorize edilmiştir. Daha sonraki aşamada ise farklı evrenlerde görülen ve paralellik gösteren kavram yanlışları belirlenmiştir. Bu aşamada meta-sentez adımlarından çalışmalardan elde edilen bilgilerin kategorize edilip bir sentezinin sunulması basamağını içermektedir.

Tablo 1

Verilerin Hazırlanması

Çalışma	M2
Dil	Türkçe
Yıl	2000
Yapıldığı Yer	Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi
Örneklem Grubu	Üniversite
Örneklem Sayısı	0-50
Kullanılan Yöntem	Karma
Veri Toplama Aracı	Test
Veri Toplama Aracı Türü	Karma

Tasarım, Geliştirme, Uygulama Süreci

Meta-sentez yöntemini uygulamak için fotosentezde görülen kavram yanlışlarını içeren tez ve makaleler incelenmiştir. Çalışma için bulunan sonuçlarda fotosentez konusunda

kavram yanlışlığını tespit etmeye veya gidermeye yönelik çalışmalar seçilmiştir. Meta-sentezde öncelikle nitel metodoloji (temellendirilmiş teori, fenomenolojik analiz, nitel vaka çalışmaları, anlatılar, görüşmeler, vb.) kullanan ve net ve ayrıntılı yöntem ve metodolojiye (teorik veya amaçlı örnekleme, vb.) sahip olan yüksek kaliteli çalışmalar (akademik ve hakemli makaleler) dâhil edilir. İkincil olarak doktora tezleri de dâhil edilebilir (Ludvigsen vd. 2016). İncelenen tezler T1, T2... ve makaleler ise M1, M2... şeklinde kodlanmıştır. Kodlanan bu çalışmalar araştırmancının alt problemlerinde yer alan kriterlere göre sınıflandırılmış olup bulgular bölümünde bu tablolara yer verilmiştir.

Araştırmanın Geçerliliği ve Güvenirliği

Geçerlik ve güvenirliliği sağlamak amacıyla araştırmancının problem cümlesi ve alt problemleri açıkça belirtilmiştir. Bulguların geçerliliği için veri toplama ve kriterler bildirilmiştir. Araştırmaya dâhil edilen ve edilmeyen çalışmaların sınırlılıkları açıkça ifade edilmiştir. Verilerin anlaşılması için tablolar ve grafikler detaylı ve açıklamalı olarak sunulmuştur. Fotosentezdeki fizik, kimya ve biyoloji' ye ait kavram yanlışları bir üniversitede görev yapan fizik, kimya ve biyoloji alanlarından oluşan öğretim elemanlarının görüşleri alınarak sınıflandırılmıştır.

BULGULAR

Bu bölümde araştırmancının alt problemlerini içeren bulgulara yer verilmiştir.

Birinci araştırma sorusuna yönelik bulgular

Çalışmanın birinci alt problemi olan "Fotosentez alanında yapılan tez ve makalelerin yıllara göre dağılımı nasıldır?" sorusunun cevabı Tablo 2' de ifade verilmiştir.

Tablo 2

Yapılan Çalışmaların Yıllara Göre Dağılımı

Yıl	Çalışma	Frekans	Yüzde (%)
2003	M1	1	6,67
2008	M2	1	6,67
2010	T1	1	6,67
2011	M3	1	6,67
2015	M4	1	6,67
2016	M6	1	6,67

2017	M7, M8	2	13,33
2018	M9	1	6,67
2019	M10	1	6,67
2020	M12	1	6,67
2021	M5,M11,M13 T2	4	26,66
Toplam		15	100

Tablo 2 incelendiğinde 2021 yılında fotosentezde kavram yanılgıları konusunda yapılan çalışmaların diğer yıllara nazaran daha fazla olduğu (%26,67) görülmüştür.

İkinci araştırma sorusuna yönelik bulgular

Çalışmanın ikinci alt problemi olan “Fotosentez alanında yapılan tez ve makalelerin demografik özellikleri (yayın dili, tezlerin türü, hangi üniversitede yapıldığı vb.) nelerdir?” sorusunun cevabı Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 5’te yer almaktadır.

Tablo 3

Fotosentez Alanında Yapılan Tez ve Makalelerin Dili

Dil	Frekans	Yüzde (%)
Türkçe	7	%46,7
İngilizce	8	%53,3
Toplam	15	100

Tablo 3’te yer alan bulgulara göre incelenen çalışmaların 7’sinin dili Türkçe olup 8 tanesinin dili İngilizcedir. Çalışmaların daha çok İngilizce dilinde (%53,3) olduğu saptanmıştır.

Tablo 4

Fotosentezde Kavram Yanılgıları Alanında Yapılan Çalışmaların Türlerine Göre Dağılımı

Tür	Frekans	Yüzde (%)
Makale	13	%86,7

Tez	2	%13,3
Toplam	15	100

Tablo 4 incelendiğinde tez kapsamında incelenen çalışmaların 13'ünün makale 2'sinin tez olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmaların daha çok makale (%86,7) türünde olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5*Çalışmaların Yapıldığı Yer*

Yer	Çalışma	Frekans	Yüzde (%)
Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü	T1	1	6,67
Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi	M6	1	6,67
Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi	M1, M10	2	13,33
Kastamonu Eğitim Dergisi	M2	1	6,67
KSBD, Hüseyin Hüsnü Tek Işık Özel Sayısı	M4	1	6,67
European Journal of Educational Research	M9	1	6,67
CEPS Journal	M7	1	6,67
Overcoming Students' Misconceptions in Science	M8	1	6,67
Helsinki Üniversitesi	T2	1	6,67
CBE—Life Sciences Education	M3	1	6,67
Research in Sciences Education	M12	1	6,67
Pedagojik Araştırma Dergisi	M5	1	6,67
Asya Pasifik Eğitimciler ve Eğitim Dergisi	M13	1	6,67
Türk Eğitim Araştırmaları Dergisi	M11	1	6,67
Toplam		15	100

Tablo 5 incelendiğinde 2 çalışmanın Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisinde diğer çalışmalar ise farklı üniversitelerde ve dergilerde yapılmıştır.

Üçüncü araştırma sorusuna yönelik bulgular

Çalışmanın üçüncü alt problemi olan "Fotosentez alanında yapılan tez ve makaleler de kullanılan veri toplama araçları nelerdir?" sorusunun cevabı Tablo 6'da açıklanmıştır.

Tablo 6

Kullanılan Veri Toplama Araçları

Çalışma	Kullanılan Veri Toplama Aracı	Frekans	Yüzde (%)
T1, M1, M2, M3, M4, M9, M10, M11, M13	Test (Kavram Testi, Bilimsel Süreç Beceri Testi, Kavramsal Anlama Testi)	9	60,00
M6	Vee Diyagramı	1	6,67
M7, M12, T2	Anket	3	20,00
M5	Görüşme	1	6,67
M8	Kavram Karikatürü	1	6,67
Toplam		15	100

Tablo 6 incelendiğinde veri toplama aracı olarak en çok test (%60,00) ve anketin (%20,00) kullanıldığı görülmüştür.

Dördüncü araştırma sorusuna yönelik bulgular

Çalışmanın dördüncü problemi olan "Fotosentez alanında yapılan tez ve makaleler de kullanılan örneklem ve örneklem büyüklüğü nasıldır?" sorusunun bulguları Tablo 7 ve Tablo 8' de sunulmuştur.

Tablo 7

Çalışmaların Örneklem Grubuna Göre Dağılımı

Çalışma	Örneklem Grubu	Frekans	Yüzde (%)
---------	----------------	---------	-----------

M8	İlkokul	1	6,67
M1, M13	Lise	2	13,33
T1, T2, M2, M3, M5, M6, M9, M10	Üniversite	8	53,33
M4, M7, M11, M12	Karma	4	26,67
Toplam		15	100

Tablo 7’de görüldüğü gibi çalışmalarda örneklemin büyük bir çoğunluğunu üniversite (%53,33) öğrencileri oluşturmuştur.

Tablo 8

Çalışmaların Örneklem Sayısı

Örneklem Sayısı	Çalışma	Frekans	Yüzde (%)
0-50	T2, M8, M10	3	20,00
50-100	T1, M5, M6, M12,	4	26,67
100-150	M2, M4	2	13,33
150-200	M1	1	6,67
250-300	M11	1	6,67
350-400	M9	1	6,67
400-450	M3	1	6,67
450-500	M13	1	6,67
600-650	M7	1	6,67
Toplam		15	100

Tablo 8’e göre örneklem sayısının daha çok 0-100 arasında yoğunlaştığı (%46,67) görülmektedir.

Beşinci araştırma sorusuna yönelik bulgular

Çalışmanın 5. problemi olan “Fotosentez alanında yapılan tez ve makalelerde kullanılan araştırma yöntemleri nelerdir?” sorusuna Tablo 9’da cevap aranmıştır.

Tablo 9

Çalışmada Kullanılan Yöntemlere Göre Dağılım

Çalışma	Yöntem	Frekans	Yüzde (%)
M8, M9, M10, M12,	Nitel	4	26,67
T1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M11, M13	Nicel	9	60,00
M1, T2	Karma	2	13,33
Toplam		15	100

Kullanılan yöntemler ele alındığında en çok nicel yöntemlerin (%60) kullanıldığı tespit edilmiştir.

Altıncı araştırma sorusuna yönelik bulgular

Çalışmanın son probleminde "Fotosentez alanında yapılan tez ve makalelerde en çok değinilen kavram yanılgıları nelerdir?" sorusuna yanıt aranmıştır. Bulgular Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10

Literatürlerde Verilen Kavram Yanılgıları

Fizik Alanı	f	Kimya Alanı	f	Biyoloji Alanı	f
Fotosentez yeşil bitkilerde ışık enerjisinin olmadığı zamanlarda gerçekleşir.	1	Fotosentezin amacı enerji üretmektir	4	Fotosentez yeşil bitkilerde her zaman meydana gelir.	2
Bitkilerde solunum sadece fotosentez için gerekli olan ışık enerjisi olmadığı zaman gerçekleşir.	2	Bitkiler gündüzleri karbondioksit alıp oksijen verirken sadece geceleri oksijen alıp karbondioksit verir.	2	Fotosentez bitkinin büyümesi için enerji sağlar	2
Bitkiler gün boyu ışık enerjisini kullanarak fotosentez yaparken geceleri solunum yapar.	1	Fotosentetik canlılar karbondioksit ve suyu birleştirerek oksijen oluştururlar. Bu olay uygun ortamda tersine de gerçekleşebilir.	2	Fotosentezin yeşil bitkiler için en önemli yararı, havadan karbondioksiti uzaklaştırmasıdır.	1
Işık miktarı bitkilerdeki fotosentez sürecinde önemli değildir.	1	Fotosentetik canlılar glikoz ve oksijeni ışık enerjisi yardımıyla birleştirerek karbondioksit, su ve enerji açığa çıkarırlar.	1	Fotosentezin yeşil bitkiler için en önemli yararı oksijen üretmektir.	1

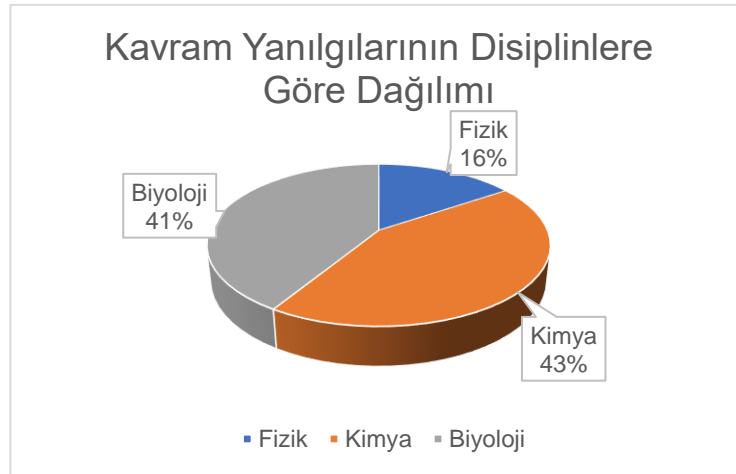
Fotosentez sırasında bitkinin besin yapabilmesi için ışık enerjisi ve güneşin ısısı gereklidir.	2	Bitkilerdeki fotosentez karbondioksit olmadan da meydana gelir.	1	Karbondioksit, fotosentez süresince yapraklardaki stomalardan alınır.	1
Bitkiler, yeşil dışında beyaz ışığın tüm renklerini emer; yeşil ışık bitkiler tarafından yansıtılır ve fotosentezde kullanılmaz.	1	Bitkilerdeki fotosentez su kullanılmadan da gerçekleşir.	2	Bitkilerin solunumu fotosentezdir.	5
Işığın rengi fotosentezin hızını artırır. Yeşil ışıktaki fotosentez hızı en fazladır.	2	Bitkiler fotosentez yoluyla oksijeni karbondioksite çevirir.	1	Bitkiler farklı organellere ve enzimlere sahip oldukları için solunum sonucu elde edilecek ürünler fotosentezle sağlanır	1
Işığın dalga boyu fotosentez hızını etkilemez.	1	Bitkiler fotosentez yoluyla karbondioksiti oksijene çevirir.	2	Bitkiler fotosentez yaparken solunum yapmazlar	1
Işık miktarındaki artış fotosentezin hızını her zaman artırır.	1	Fotosentez bitkilerin oksijen olarak besinlerini ürettiği bir işlemdir.	3	Fotosentez tüm bitkilerde, solunum sadece tüm hayvanlarda meydana gelir.	2
Klorofil ışık enerjisinden yararlanmada rol oynar.	1	Fotosentez bir gaz değişim işlemidir.	2	Fotosentez sadece yeşil bitkilerde, solunum ise sadece hayvanlarda meydana gelir.	1
Bitkiler hiç ışık enerjisi olmadığında solunuma devam etmek ve oksijen gazı vermek için fotosentezi durdururlar.	1	Fotosentez bitkinin karbondioksit ve güneş ışığı kullanarak su ve besin üretmesidir. Besini yer, suyu içer.	1	Yeşil bitkiler fotosentezden yeterli enerjiyi sağlayamadıklarında solunum yapar, hayvanlar da fotosentez yapamadıklarından devamlı solunum yapar.	1
Fotosentez bitkilerin ışık kullanarak inorganik maddelerden organik maddelere dönüştürülmesini ifade eder.	1	Bitkiler suyu, oksijeni, ışığı ve topraktan aldığı maddeleri fotosentez yaparak enerjiye ve karbondioksite çevirir.	1	Yeşil bitkiler fotosentez yaparken hiç solunum yapmazlar.	1
Yeşil bitkiler tarafından ışık enerjisinin hiç olmadığı ortamda karbondioksit gazı büyük miktarlarda alınır.	1	Fotosentez sonucunda karbondioksit, yeşil yapraklar ve klorofil üretilir.	3	Mantarlar âlemi fotosentez yapabilen canlılarasahiptir.	1
Fotosentez yeşil bitkilerde ışık enerjisi varlığında solunum ise, tüm hayvanlarda her zaman, bitkilerde ışık enerjisi olmadığı zaman meydana gelir.	1	Hücreysel kullanım için ATP, fotosentezin bir ürünüdür.	1	Hayvanlar âlemi fotosentez yapabilen canlılarasahiptir.	1
Yeşil bitkiler gündüz fotosentez yaparken geceleri hiç ışık enerjisi olmadığı zaman solunum yapar.	2	Karbondioksitten gelen atomlar ATP'ye dönüşür	1	Bakteriler grubu fotosentez yapabilen canlılarasahiptir	1
Tohum çimlenme için gerekli enerjiyi üretmek amacıyla fotosentez esnasında güneş ışığına ihtiyaç duyar.	1	Güneş ışığı şekere dönüştürülür.	1	Protistalar âlemi fotosentez yapabilen canlılarasahiptir.	1

Bitki fotosentez için daha çok güneş ışığı almamak amacıyla ışığa doğru yönelir ve büyür.	1	Fotosentez, klorofil tarafından kullanılan ışık enerjisini kullanarak organik moleküllerden organik bileşiklerin üretilmesidir.	1	Sadece bitkiler fotosentez yapar.	1
Bitkiler ATP üretmek için karanlıkta solunum ve ışıkta fotosentez kullanır.	1	Fotosentez, güneşten gelen ışık enerjisinin oksijen gazı ve su ile birleşerek glikoz ve karbondioksit oluşturduğu bir süreçtir. Bu işlem için katalizör olarak klorofil adı verilen yeşil bir pigmente ihtiyaç vardır.	1	Canlılar âleminin her biri fotosentez yapabilen bazı üyelere sahiptir.	1
Bitki tarafından tutulabilen tek ışık kaynağı güneş ışığıdır.	1	Karbondioksit miktarı arttıkça fotosentez hızı da sürekli artar.	1	Mantar gibi klorofil ve benzeri pigmentleri içermeyen yeşil olmayan bitkiler de fotosentez yapabilir.	1
Güneş ışığı ile klorofil emiliminin olduğu bir olaydır.	1	Karbondioksit ve su kullanılarak oksijen ve besin üretilen olaydır.	1	Fotosentez bitkilerin oksijen kullanarak yaptığı solunumdur.	1
Bitkiler güneş ışığını elektrik enerjisine dönüştürür.	1	Klorofil ve enzimler içeride üretilir, sonunda besin ve oksijen oluşur.	1	Fotosentez bitkilerin karbon dioksit kullanarak yaptığı solunumdur.	1
Bitkiler güneş ışığını ışık enerjisine dönüştürür.	2	Oluşan suyun kaynağı karbondioksittir. Fotosentezde oksijen ve organik madde reaktanttır.	1	Fotosentez besin transferidir	1
Bitkiler güneş ışığını ısı enerjisine dönüştürür.	1	Fotosentezde oksijen ve su reaktanttır.	1	Fotosentez bitkilerin gündüz yaptığı solunumdur. Güneş enerjisi olmadığı zaman işlem tersine döner.	1
Bitkiler güneş ışığını fiziksel enerji/ hareket enerjisine dönüştürür.	1	Fotosentezde karbondioksit ve Organik madde reaktanttır.	2	Tohum çimlenme için gerekli besini üretmede fotosentez esnasında suya ihtiyaç duyar.	1
Fotosentez yapabilmek için sadece güneş ışığı gereklidir.	1	Oksijen ve su fotosentez ürünleridir.	1	Tohum çimlenme için gerekli enerjiyi üretmek amacıyla fotosentez esnasında karbon dioksite ihtiyaç duyar.	1
		Karbondioksit ve glikoz fotosentez ürünleridir.	2	Tohum çimlenme için gerekli enerjiyi üretmek amacıyla fotosentez esnasında oksijene ihtiyaç duyar	1
		Karbondioksit ve su fotosentez ürünleridir.	1	Fotosentez sırasında üretilen ATP, bitki boyunca dolaşır.	1
		Bitkiler güneşten kimyasal enerji alır.	1	Bitkiler karanlıkta fotosentez yapamadığında solunum meydana gelir.	1
		Bitkiler güneşten ısı	1	Bitkiler fotosentez sırasında güneşten gelen enerjiyi hapsederek kendi besinlerini üretirler ve bu nedenle heterotrofik organizmalar olarak adlandırılırlar.	1
		Bitkiler güneşten ısı	1	Yaprağın yapısı fotosentez	1

enerjisi alır. Fotosentez bitkilerin karbondioksit kullanarak besin üretme sürecidir.	1	olayının hızını değiştirmez. Klorofil sayısının artması ya da azalmasının fotosentez olayında etkisi yoktur.	1
Bitkiler su ve karbondioksiti fotosentez yoluyla oksijene dönüştürür.	1	Kutikula kalınlığı fotosentez olayının hızını değiştirmez.	1
Oksijenin kaynağı bitkilerin fotosentez sonrası oluşturdukları karbondioksittir.	1	Fotosentez hızı toprakta en fazla bulunan minerale göre belirlenir.	1
Aydınlık ve karanlık evredeki reaksiyonlar dikkate alındığında fotosentez sonucu enerji üretimi sıfırdır.	1	Yaprağın rengi fotosentez olayını etkilemez.	1
Fotosentezde su çıkışı gözlenmez.	1	Kışın fotosentez olayı gerçekleşmez.	1
Klorofil fotosentez için gerekli olan bir reaktant türüdür.	1	Fotosentez sadece gündüzleri gerçekleşen bir olaydır.	1
Fotosentezin sonucu inorganik maddelerden organik madde oluşturmaktadır.	2	Stomaların görevi fotosentez olayını gerçekleştirmektir.	1
Fotosentezin amacı havadan karbondioksiti alıp oksijene çevirmektir	1	Fotosentez olayı sadece bitkinin yapraklarında gerçekleşir.	2
Işık ortamında klorofilde karbondioksit ve su sentezi ile oksijen oluşur.	1	Fotosentez olayı bitkinin kromatoforlarında olur.	1
Bitkilerin fotosentez yapması için su ve güneş ışığı gereklidir. Bunlar tepkimeye girer.	1	Fotosentez bitkinin bütün bölümlerinde gerçekleşir.	2
Fotosentez yapmak için su, besin ve azota ihtiyaç vardır.	1	Fotosentez bitkinin köklerinde gerçekleşir.	1
Bitki topraktan su ve mineral alarak besin oluşturur. CO ₂ alarak O ₂ ye dönüşür.	1	Fotosentez bitkinin saplarında gerçekleşir.	1
Bitki fotosentez yapmak için çevreden ışık, su, mineral ve karbondioksit alır.	1	Fotosentez bitkinin yeşil olan kısımlarında gerçekleşir.	1
Bitkilerin fotosentez yapması için karbondioksit ve güneş ışınları gerekir.	1	Sadece yeşil bitkiler fotosentez yapar.	1
Bitkilerin fotosentez yapması için karbondioksit, güneş ışığı ve besin gerekir.	1	Sadece yüksek yapılı bitkiler fotosentez yapar.	1
Işık enerjisi ve su havadan alınan karbondioksitin yakılmasında kullanılır.	1	Bitkiler karanlıkta fotosentez gerçekleştirmez.	1
Fotosentez için ışık, su, mineraller ve vitaminler gereklidir.	1	Fotosentez bir besin yapma sürecidir.	1

Fotosentez için ışık, besin, karbondioksit, organik ve inorganik madde gereklidir.	1	Bitkiler fotosentez yaparak hayvanların nefes alması için oksijen üretir.	1
Fotosentez için ışık, su ve oksijen gereklidir.	1	Bitkiler canlıların besin ve oksijen ihtiyacını karşılamak için fotosentez yapar.	1
$CO_2 + H_2O \rightarrow O_2 +$ besin, fotosentez olayı klorofil içeren yeşil bitkilerin gün ışığı ile aldığı karbondioksit ve su ile besin sentezi yapma işlemidir	1	Bitkiler büyümek ve organik besin üretmek için fotosentez yaparlar.	1
Fotosentez denklemi: $6 CO_2 + 6H_2O \rightarrow O_2 +$ besin (glikoz) (gün ışığı)	1	Bitkiler solunum yapmak için fotosentez yaparlar.	1
Fotosentez Glikoz ile suyun ışık enerjisi ile birlikte CO_2 ve enerjiye dönüşme işidir.	1	Bitkiler solunum yapan canlılara yardımcı olmak için fotosentez yapar.	1
Fotosentez denklemi: Glikoz+ $H_2O \rightarrow CO_2 +$ Enerji şeklindedir.	1	Fotosentezde oksijen üretilir, solunumda oksijen tüketilir.	1
Fotosentez denklemi: $CO_2 + H_2O \rightarrow O_2 + ATP,$ (gün ışığında) havadan aldığı karbondioksit, topraktan aldığı su ve minerallerle gün ışığında oksijen ve enerji üretme işlemidir.	1	Fotosentezde oksijen üretilir, solunumda oksijen tüketilir.	1
Fotosentez denklemi: $6CO_2 + 6 H_2O \rightarrow 6O_2 +$ $C_6H_{12}O_6$ şeklindedir.	1	Fotosentezde oksijen üretilir, solunumda karbondioksit üretilir.	1
Fotosentez denklemi: $CO_2 + H_2O \rightarrow O_2 + ATP,$ (gün ışığında ve klorofil) şeklindedir.	1	Kloroplast olmadan fotosentez olmaz.	1
Fotosentez denklemi: $CO_2 +$ klorofil $\rightarrow H_2O$ (gün ışığı) şeklindedir.	1	Bitkiler gündüz fotosentez yapıp, gece solunum yaparlar.	1
Fotosentez denklemi: $CO_2 + H_2O \rightarrow O_2 +$ Besin şeklindedir.	1	Bakterilerde fotosentez olmaz.	1
Fotosentezde üretilen oksijen karbondioksitin ayrışmasıyla oluşur.	1	Bitki solunumu sadece yapraklarda olur.	1
Fotosentezin işlevi enerji üretmek değildir.	1	Bitkiler gündüzleri karbondioksit alıp fotosentez için kullandığından, solunum sadece geceleri gerçekleşir.	1
Fotosentezin hammaddesi glikozdur.	1	Yapraklı tüm bitkiler fotosentez yapabilir.	1
Fotosentezin tek ürünü glikozdur.	1	Tüm bitkiler günlük kullanım için enerji üretmek için fotosentez yapar.	1
Su molekülü fotosentezin ürünüdür.	1	Fotosentezin yapıldığı yer mitokondridir.	2

Fotosentez, glikozun parçalanmasını içerir.	1	Kloroplast, fotosentezin gerçekleşmesi için enerji üretir.	1
Fotosentez bitki büyümesi için enerji üretmektir.	1	Sadece yapraklar, solunum ve fotosentezin gerçekleşmesi için gaz alışverişi yapacak özel gözeneklere sahiptir.	1
İnorganik maddelerin karbondioksit ve su kullanarak organik maddelere dönüştürülmesini ifade eder.	1	Fotosentez bitkilerin yaşam döngüsü olarak ifade edilebilir.	1
Fotosentez sırasında bitkiler karbondioksit ve ışık alırlar.	1	Yeşil bitkiler fotosentez yoluyla güneş ışığını besine çevirir.	4
Fotosentez sonucunda bitkiler besin ve oksijen üretirler.	1	Bitkiler fotosentez sırasında klorofil tüketir.	1
Fotosentez sırasında dışardan karbondioksit, su ve ışık alınır.	1		
Fotosentez sonucunda besinler, oksijen ve bazı durumlarda su açığa çıkarabilir.	1		
TOPLAM	31	86	82



Şekil 3. Kavram yanılgılarının disiplinlere göre dağılımı

Kavram yanılgılarının ait olduğu disiplinler incelendiğinde en çok yanılgıya kimya (%43,22) ve biyoloji (%41,20) disiplinlerinde rastlanmıştır (Şekil 3).

Tablo 10'daki kavram yanılgısı olarak verilen ifadeler literatürlerden alınmıştır. Kavram yanılgısı olarak verilen bazı ifadeler eksik cümlelerden oluşabilmektedir. Literatürlerde bu eksik ifadelerde kavram yanılgısı olarak kabul edilmiştir. Ancak bunun yanında kavram

yanılgısı olarak ifade edilen bazı cümlelerin kavram yanılgısı içermediği görülmektedir. Örneğin "Tohum çimlenme için gerekli enerjiyi üretmek amacıyla fotosentez esnasında güneş ışığına ihtiyaç duyar." ifadesi kavram yanılgısı içermemektedir. "Bitki fotosentez için daha çok güneş ışığı almak amacıyla ışığa doğru yönelir ve büyür." ifadesi doğrudur. Ancak cümledeki ifadeyi eksik kılan şu olabilir;amacıyla ışığa doğru -olabildiğince- yönelir şeklinde daha doğru olacaktır. "Karbondiyoksit, fotosentez süresince yapraklardaki stomalardan alınır." kavram yanılgısı olarak verilen ifade de kavram yanılgısı yoktur. "Hayvanlar âlemi fotosentez yapabilen canlılara sahiptir." ve "Bakteriler grubu fotosentez yapabilen canlılara sahiptir." ifadeleri de kavram yanılgısı olarak verilmiştir. Ancak Öglena gibi klorofil içeren tek hücrelilerin varlığı ve fotosentetik bakterilerin fotosentez yapabilmeleri bu ifadelerin kavram yanılgısı olmaktan çıkarmaktadır. Diğer bir kavram yanılgısı olarak verilen "Fotosentez sadece gündüzleri gerçekleşen bir olaydır." ifadesi de doğrudur. Çünkü fotosentezin ışıktan bağımsız reaksiyonlarını başlatan Rubisko enzimi gün ışığıyla aktifleşmektedir. "Fotosentez bitkinin yeşil olan kısımlarında gerçekleşir." ifadesi de kavram yanılgısı olmayıp doğru bir bilgidir. "Bitkiler karanlıkta fotosentez gerçekleştirmez." ifadesi de doğrudur çünkü KAM bitkileri dâhil bütün bitkiler sadece gündüz fotosentez yapabilirler. Ayrıca "Fotosentezde oksijen üretilir, solunumda oksijen tüketilir." ve "Fotosentez klorofil içeren bitkilerde gerçekleşir. Solunum hayvanlar ve bitkilerde görülür." ifadeleri de kavram yanılgısı olmayıp doğru bilgilerdir.

Yukarıda verilen örneklerden de görüleceği üzere literatürde verilen kavram yanılgılarının bazılarının kavram yanılgısı olmadığı belirtilmiştir. Araştırmacılar tarafından daha ileri çalışmalarda bu kavram yanılgılarının daha detaylı olarak incelenerek bunların neden kavram yanılgısı olmadığını açıklayacakları çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada fotosentez konusunda görülen kavram yanılgıları meta-sentez yöntemiyle incelenmiştir. Tablo 3'te yapılan çalışmaların dağılımı ele alındığında 2003 yılında 1, 2008 yılında 1, 2010 yılında 1, 2011 yılında 1, 2015 yılında 1, 2016 yılında 1, 2017 yılında 2, 2018 yılında 1, 2019 yılında 1, 2020 yılında 1, ve 2021 yılında 4 tane olduğu tespit edilmiştir. Düzenli bir artış görülmesine de 2021 yılında fotosentezde kavram yanılgıları konusunda yapılan çalışmaların artış gösterdiği görülmektedir. Patrick ve Matteson, (2017) biyoloji konusuyla ilgili 1990-2014 yılları arasında yayınlanan makaleleri incelediği bir çalışmada, fotosentez ve solunum konularıyla ilgili çok az sayıda çalışmanın olduğu ortaya çıkarmıştır (Akt. Saka, 2019). Kavram yanılgılarının eğitimin her kademesinde öğrencilerin öğrenme süreçlerini etkilediği göz önüne alındığında, biyoloji eğitimi alanında kavram yanılgılarına yönelik çalışmaların artması şaşırtıcı değildir (Kumandaş vd., 2019).

Yapılan çalışmaların nitel boyutlardan dili ve türüne bakıldığında 7'si Türkçe 8'i İngilizce ve 13'ü makale 2'si tez olduğu bulunmuştur. Araştırmadaki dâhil edilme kriterleri bu konuda incelenen çalışmaların küçük bir örneklemini oluşturmaktadır. Bu sebeple sayının az olması olağandır. İncelenen çalışmaların yapıldığı yer Tablo 4'te yer almaktadır. 2 çalışma haricinde 13 çalışmanın tamamı farklı yerlerde yapılmıştır. Tablo 6'da örneklem grubuna yer verilmiştir. Çalışmaların 1 tanesi ilkokulda, 2 tanesi lisede, 8 tanesi üniversitede ve 4 tanesi karma bir gruba uygulanmıştır. Öğrenme doğumdan itibaren başlayan ve çevresel etmenlerle şekillenerek ilerleyen bir süreçtir. Çevreden edinilen her bilgi istemli veya istem dışı bir şekilde belleğe yerleşir. Var olan bu bilginin yanılığ olup olmadığını tespit etmek ve düzeltmek eğitim seviyesi ilerledikçe zorlanır. "Okul öncesi dönem, gelişimin oldukça hızlı olduğu yılları kapsamaktadır. Bu dönemde, çocukların öğrenme hızları ve kapasiteleri yüksektir (Gülay, 2011). Bu dönem öğrenmelere açık olunan kritik dönemi kapsamaktadır. Bir bilginin kritik dönemde kazandırılmadığı takdirde sonraki süreçte öğrenmesi zorlaşır. "Fotosentez ve bitkilerde solunum kavramlarının açıklanmasında artan öğrenim seviyesine bağlı olarak tam anlama seviyesinde genel bir artış olduğu, buna paralel olarak kavram yanlışlarında da azalma olduğu görülmektedir." (Töman vd., 2015).

Tablo 7'de örneklem sayıları yer almaktadır. Örneklem sayısı 0-50 arasında olan 3, 50-100 arasında olan 4, 100-150 arasında olan 2, 150-200 arasında olan 1, 250-300 arasında olan 1, 350-400 arasında olan 1, 450-500 arasında olan 2, 600-650 arasında olan 1 çalışma bulunmaktadır. Araştırmada yer alan 15 çalışmanın 7 tanesi 0-100 arası örneklem grubuna sahiptir. Bu çalışmalarda örneklem sayısının az olması elde edilen verilen genele uyarlanması konusunda hassaslığını azaltabileceği gibi geçerlik ve güvenilirlik özelliklerini de etkilemektedir.

Çalışmada kullanılan yöntemlere göre dağılımı gösteren Tablo 8'e bakıldığında 4 nitel, 9 nicel ve 2 karma yöntem kullanıldığı görülmüştür. "Nicel araştırma sayısal verilerden ve kanıtlara dayalı araştırmalardan, nitel araştırma ele alınan konuyu derinlemesine bir şekilde irdeleyip betimlemelerden yararlanarak genel bir kanıya varmayı amaçlar." (Yıldırım, 1999). Karma yöntemin kullanılması ise her iki yöntemin güçlü yönlerini bir arada barındırdığından güvenilirliği arttırmaktadır.

Creswell (2003)'e göre karma yöntem tasarımı, sürekli bir araştırma programı kapsamında tek bir çalışmada veya birden fazla çalışmada hem nicel hem de nitel verileri içeren araştırma tasarımıdır (Akt. Pole, 2007). "Bu yöntemin en büyük üstünlüğü her iki yöntemin de birlikte kullanılarak daha güvenilir sonuçlara ulaşabilmesidir" (Tunalı vd.,2016). Tablo 9'da yer alan veri toplama araçlarına bakıldığında 9 adet test (kavram testi, bilişsel süreç beceri testi, kavramsal anlama testi), 1 adet vee diyagramı, 4 adet anket ve 1 adet kavram karikatürü kullanıldığı saptanmıştır. Kullanılan araçların büyük bir

çoğunluğu test yöntemidir. Tablo 10 veri toplama araçlarının türlerini göstermektedir. 2 tane iki aşamalı teşhis testi, 1 tane vee diyagramı, 7 tane karma, 4 tane açık uçlu soru ve 1 tane çoktan seçmeli test kullanılmıştır. En çok kullanılan birden fazla türü içerisinde barındıran karma veri toplama aracıdır.

Ohlsson ve Ergezen (1997) tarafından fotosentez, karmaşık biyokimyasal yollar, süreçlerin soyut doğası ve aşamalı gerçekleşen tepkime mekanizmaları nedeniyle öğrenciler için kavranması güç bir kavram olarak ele alınmıştır.

Öğretim kademesine göre çalışmalar incelediğinde, ilköğretim kademesinde fotosentez konusundaki kavram yanılgıları M8 kodlu çalışmada, fotosentez, bitkilerin karbondioksit kullanarak besin üretme sürecidir.", "Fotosentezin sonunda karbondioksit ve klorofil üretilir.", "Bitkilerin besine ihtiyacı yoktur.", "Bitkilerin besin kaynakları karbondioksit, su, güneş ışığı ve klorofildir.", "Bitkilerin besin kaynağı minerallerdir.", "Bitkilerin besin kaynağı vitaminlerdir.", "Bitkilerin besin kaynağı toprakta bulunan azot ve gübredir.", " Bir bitkinin tüm kısımları (kök, gövde, yaprak vb.) dikkate alındığında bu kısımlardaki canlı hücrelerin tamamı fotosentez yapar." şeklinde yer almaktadır.

Lise kademesindeki kavram yanılgılarını inceleyen M1 ve M13 kodlu çalışmalarda, M1'de İnorganik moleküller bitkinin besinidir.", "Amino asitler ve azot bitkinin besinidir.", "Solunum bir gaz değişim işlemidir." ve M13'de ise fotosentez yalnızca yapraklarda gerçekleşir.", "Solunum yalnızca yapraklarda gerçekleşir." yanılgıları tespit edilmiştir.

Üniversite kademesinde ise M2, M3, M5, M6, M9 ve M10 makaleleri ve T1 ve T2 tezlerinde kavram yanılgılarının belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır. M2 kodlu makalede Tohum çimlenme için gerekli besini üretmede fotosentez esnasında suya ihtiyaç duyar.", "Tohum çimlenme için gerekli enerjiyi üretmek amacıyla fotosentez esnasında güneş ışığına ihtiyaç duyar.", "Işık enerjisi fotosentez aracılığıyla büyüme ve gelişme için direkt olarak enerjiye dönüşür.", Bitki fotosentez için daha çok güneş ışığı almak amacıyla ışığa doğru yönelir ve büyür." M3 kodlu makalede Fotosentezde kullanılan CO₂ gibi gazların kütlesi çok azdır veya hiç yoktur, önemsizdir veya fotosentetik organizmaların kütle kazanımını açıklayamaz.", "Hücrenel kullanım için ATP, fotosentezin bir ürünüdür.", "Fotosentez sırasında üretilen ATP bitkide dolaşır.", "Güneş ışığı şekere dönüşür." M5 kodlu makalede fotosentez bitkilerin yaşam döngüsü olarak ifade edilebilir.", "Bitkilerin aydınlık ortamda karbondioksit ve su alıp besin ve oksijeni serbest bırakma şeklidir.", "Fotosentezde bazı bitkiler hidrojen sülfür de alır.", "Fotosentez oksijen ve karbondioksit döngüsünü sağlar.", "Fotosentez kirli havayı temizler ve oksijen devamlılığını sağlar.", "Fotosentez diğer canlıların devamlılığını sağlar." M9 da bitkiler karanlıkta fotosentez yapamazlar.", "Yüksek yapılı bitkilerin fotosentez sonrası açığa çıkardığı oksijen molekülünün kaynağı karbondioksittir.", "Bitkiler atmosferden

karbondioksit, topraktan su ve mineralleri alarak beslenirler.” ve M6 ve M10 da diğer çalışmalarda elde edilen benzer kavram yanlışları tespit edilmiştir.

Üniversite düzeyinde yapılan T1 ve T2 kodlu tezlerde, T1’de diğer çalışmalardan farklı olarak “Yapraklar kökten alınan besinleri nişastaya çevirir.”, “Toprak kökleri destekleyen başlıca bir ortamdır.”, “Yeşil bitkiler tarafından ışık enerjisinin hiç olmadığı ortamda karbondioksit gazı büyük miktarlarda alınır.”, “Yeşil bitkiler tarafından ışık enerjisinin hiç olmadığı ortamda azot gazı büyük miktarlarda alınır.”, “Fotosentezin yeşil bitkilerde her zaman meydana gelir.”, “Fotosentez yeşil bitkilerde ışık enerjisinin olmadığı zamanlarda meydana gelir.”, “Fotosentezin yeşil bitkiler için en önemli yararı oksijen üretmektir.”, “Fotosentezin yeşil bitkiler için en önemli yararı, havadan karbondioksiti uzaklaştırmasıdır.”, “Karbondioksit, fotosentez süresince yapraklardaki stomalardan alınır.”, “Bitki hücrelerinde solunum meydana gelmez.” şeklinde yanlışlara rastlanmıştır. T2 kodlu çalışmada ise diğer çalışmalardan farklı olarak “Bitkiler genellikle bir ekosistemin üreticileridir ve bu nedenle besin zincirinin başında yer alırlar.”, “Fotosentezde karbondioksit ve su, ışık yardımıyla karbonhidrat ve oksijene dönüştürülür.” şeklinde yanlışlar tespit edilmiştir.

İlkokul, lise ve üniversite kademelerini içeren karma örneklem grubuna yönelik yapılan M4, M7, M11 ve M12 kodlu makalelerde tespit edilen kavram yanlışları belirlenmiştir. M4 ve M11’de diğer makalelerde görülen benzer yanlışlara rastlanılmıştır. M7’de Bitkiler güneşten ışık enerjisini alıp harekete dönüştürürler.”, “Bitkiler güneşten aldığı ışık enerjisini ısıya dönüştürür.”, “Klorofil köklerde bulunur ve fotosentez yapraklarda gerçekleşir.”, “Tepkimeye girenler karbondioksit ve su, ürünler ise karbondioksit ve glikozdur.”, “Tepkimeye girenler oksijen ve sudur ve ürünler oksijen içindeki glikozdur.”, “Klorofil köklerde bulunur ve fotosentez yapraklarda gerçekleşir.”, “Bitkiler güneşten ısı alır ve onu ısıya dönüştürür.”, “Klorofil yapraklarda bulunur ve fotosentez bitkinin tamamında gerçekleşir.” gibi diğer çalışmalarda elde edilmeyen yanlışlar görülmüştür. M12’de diğer çalışmalardan farklı olarak görülen kavram yanlışları “Kloroplast olmadan fotosentez olmaz.”, “Fotosentezde üretilen oksijen (O₂) karbondioksitin (CO₂) ayrışması ile oluşur.”, “Substrat yüzeyinin artması reaksiyon hızını artırır.”, “Bitki hücresinde fotosentez sadece boşlukta gerçekleşir.”, “Bitki hücresinde fotosentez bitkinin herhangi bir yerinde gerçekleşir.”, “Bitkilerdeki fotosentez, hayvanlardaki nefes almaya eşdeğerdir.”, “Bitkiler fotosentez yaparken nefes almazlar.” şeklindedir.

Görüldüğü üzere çalışmaya dâhil edilen birçok çalışmada ortak kavram yanlışları bulunmaktadır: “Fotosentez bitkinin bütün bölümlerinde gerçekleşir. (f=2)”, “Fotosentez olayı sadece bitkinin yapraklarında gerçekleşir.(f=2)”, “Fotosentez yeşil bitkilerde her zaman meydana gelir.(f=2)”, “Fotosentez bitkinin büyümesi için enerji sağlar.(f=2)”, “Bitkilerin solunumu fotosentezdir. (f=5)”, “Fotosentez tüm bitkilerde, solunum sadece

tüm hayvanlarda meydana gelir.(f=2)", "Fotosentez besin transferidir.(f=2)", "Fotosentezin sonucu inorganik maddelerden organik madde oluşturmaktadır. (f=2)", "Oksijen ve su fotosentez ürünleridir. (f=2)", "Fotosentezde oksijen ve su reaktanttır. (f=2)", "Fotosentez sonucunda karbondioksit, yeşil yapraklar ve klorofil üretilir. (f=3)", "Fotosentez bir gaz değişim işlemidir. (f=2)", "Bitkiler fotosentez yoluyla karbondioksiti oksijene çevirir. (f=2)", "Fotosentez bitkilerin oksijen alarak besinlerini ürettiği bir işlemdir. (f=3)", "Bitkilerdeki fotosentez su kullanılmadan da gerçekleşir. (f=2)", "Yeşil bitkiler fotosentez yoluyla güneş ışığını besine çevirir. (f=4)", "Fotosentetik canlılar karbondioksit ve suyu birleştirerek oksijen oluştururlar Bu olay uygun ortamda tersine de gerçekleşebilir. (f=2)", "Bitkiler gündüzleri karbondioksit alıp oksijen verirken sadece geceleri oksijen alıp karbondioksit verir. (f=2)", "Fotosentezin amacı enerji üretmektir. (f=4)", "Yeşil bitkiler gündüz fotosentez yaparken geceleri-hiç ışık enerjisi olmadığı zaman- solunum yapar. (f=2)", "Işığın rengi fotosentezin hızını artırır. Yeşil ışıkta fotosentez hızı en fazladır. (f=2)", "Fotosentez sırasında bitkinin besin yapabilmesi için ışık enerjisi ve güneşin ısı gereklidir. (f=2)", "Bitkilerde solunum sadece fotosentez için gerekli olan ışık enerjisi olmadığı zaman gerçekleşir. (f=2) bulgularında yer alan ortak yanılgılardır. 2023 yılında yapılan bir çalışmada "Işık olduğunda bitkiler yalnızca fotosentez yapar ve solunum yapmazlar.", "Bitkilerde solunum ışık olmadığında gerçekleşir.", "Bitkiler gündüzleri fotosentez yapar ve yalnızca geceleri solunum yapar.", "Solunum yalnızca bitkilerde enerji elde etmek amacıyla gerçekleşir." yanılgıları yer almaktadır (Setiawati & Wahyuni, 2023).

Günümüzde fotosentez konusunda hala yanılgılara rastlanılmaktadır. Dolayısıyla fotosentezi öğrenmek, evrim konusu, insanın kökeni veya küresel iklim değişikliği gibi benzer zor ve karmaşık konulardaki öğrenme sürecini anlamamız için bize bir model görevi görebilir (Jančaříková & Jančařík, 2022). Fotosentez konusu disiplinler arası bir konu olmasının yanı sıra soyut kavramlar içermesi sebebiyle anlaşılması zor bir konudur. Fotosentez disiplinleri (biyofizik, biyokimya, ekofizyoloji) ve organizasyon düzeylerini (moleküller, hücreler, organlar, organizmalar, ekosistemler) kapsayan bir konudur (Russell vd., 2004).

a) Ön Öğrenmeler:

Öğrencilerin sahip olduğu, geçmişten gelen ön öğrenmelerin yeni öğrenmelere ket vurması sonucunda kavram yanılgıları oluşabilir. Çoğu öğrenci, öğretmenin rehberliğinde resmi dersler almadan önce, bir kavramla ilgili bir başlangıç kavramına, önyargısına veya ön bilgisine sahiptir. Bu ilk kavram çoğu zaman yanlış anlamalar içermektedir (Suprpto, 2020). Tekkaya ve Balcı (2003) ise "saptanan kavram yanılgılarının nedenlerinden biri öğrencilerin günlük hayatlarında edindikleri deneyimleridir. Örneğin, bitkiler besinini topraktan alır,

bitkiler geceleri solunum yapar, yatak odalarında çiçek bulundurulmamalıdır, gübre bitkinin besinidir gibi bilimsel olmayan fikirler öğrencilerin günlük yaşamlarında edindikleri tecrübelerden kaynaklanmaktadır.” şeklinde kavram yanlışlarının ön bilgiler sebebiyle oluşabildiğini açıklamıştır.

b) Kullanılan Dil ve Öğretim Yöntemi:

Soyut ve karmaşık bir konuyu açıklarken akademik terimlerden arındırılıp eğitimin öğrenciye görelilik ilkesini benimseyen açık ve anlaşılır bir dil ile öğretim sağlanmalıdır. “Kaynama anında sıcaklığın sabit olması durumunu öğrenciler tam olarak anlamamaktadırlar. Bunun önemli nedenlerinden birisi de öğrencilere Kinetik Enerji (KE) ve Potansiyel Enerji (PE) kavramlarının tam olarak kavratılamamasıdır. Her ısınma olayında sıcaklık arttığı için öğrenciler kaynama esnasında da sıcaklığın artacağına inanmaktadırlar. Öğrenciler KE ve PE kavramlarını tam olarak zihinlerinde yapılandıramamaktadırlar.” (Coştu vd., 2007).

c) Günlük Yaşam Deneyimleri:

Öğrenciler günlük yaşamda karşılaştıkları olayları bilimsel bir şekilde açıklamaya çalışırken kavram yanlışına düşerler. “Kavram yanlışlarının sebeplerinden biri de bilimsel anlamda kullanılan dil ile günlük yaşamda kullanılan dilin birbirinden farklı olmasıdır. Bu duruma örnek olarak “solunum” ve “nefes alıp verme” gibi kavramları gösterilebilir. Solunum günlük hayatta nefes alıp verme ile aynı anlamda kullanılmaktadır.” (Tekkaya & Balcı, 2003).

d) Kavramların Yanlış İlişkilendirilmesi:

Birbiriyle örüntülü konuların öğretiminde kavram yanlışları oluşabilmektedir. Bir önceki ünite de edinilen kavram yanlışlığı öğrenilecek yeni kavramı etkiler. “Biyolojide birçok kavram birbiriyle yakından ilişkilidir. Bir konunun anlaşılması başka bir konunun öğrenilmesinde etkili olmaktadır. Bundan dolayı konular arasındaki bütünlüğün sağlanamaması bir sonraki konunun anlaşılmasını önemli ölçüde engellemektedir.” (Tekkaya & Balcı, 2003, sayfa:106).

e) Öğretmen/ Öğretici Kaynaklı Oluşan Yanlışlar:

Konu hakkında bilimsel olarak çelişen ifadeler veren, konuyu eksik veya yanlış bir biçimde aktaran öğretmen sebebiyle öğrencilerde kavram yanlışları oluşmaktadır. İncelenen kavram yanlışlarından “Hayvanlar âlemi fotosentez yapabilen canlılara sahiptir.” ve “Bakteriler grubu fotosentez yapabilen canlılara sahiptir.” ifadeleri doğru bilgi olmalarına rağmen kavram yanlışlığı olarak alınmıştır. Çalışmadaki fotosentez tanımına dâhil önerme kapsamında; bilinen fotosentetik süreçlerin sadece bitkiler aleminde gözlemlendiği kabul edilmiştir.

Burada bir ifade eksikliği söz konusudur. "Fen bilgisi öğretmen adaylarının CO₂'yi ışıktan bağımsız fazda göstermeme, kloroplasttaki yapıların adlarını belirtmeme, oksijeni hem moleküler (O₂) hem de atomik (O) olarak gösterme gibi kavram yanılgılarının olduğu tespit edilmiştir" (Karakaya vd., 2021). Bitki fizyolojisi konusunun çok sayıda bakış açısıyla (fizyolojik, biyokimyasal, enerji, çevresel vb.) karakterize edilmesi ve her öğretmenin farklı bir öğretim yöntemi ve biçimini tercih etmesi karışıklığa sebep olmaktadır (Svandova, 2014).

f) Kavramsal Yanlış Anlamalar:

Öğrenciler öğrenmiş oldukları bilgileri zihinlerinde yapılandıramadıkları için bir süre sonra bu bilgi kavram yanılgısına dönüşür veya başka bir kavram için kavram yanılgısı niteliği taşır. Yapılan analizde çoğunlukla fotosentez için ışık enerjisinin gerekli olduğunu doğru yanıtladılar ancak bu enerjinin dönüşümü konusunda kafaları karıştı. Enerji dönüşümünün farkında bile değillerdi çünkü ışık enerjisinin reaksiyona girip çıktığını söylediler (Dimec & Strgar, 2017). "Öğretmen adayları fotosentez kavramını tanımlarken, fotosentez reaksiyonu yoluyla "reaksiyon okuma" tanımlamaları onların fotosentez hızına etki eden faktörlere ilişkin düşüncelerini şekillendirmektedir. Bu durum öğretmen adaylarının alan bilgisinden uzak oldukları ve fotosentez kavramını sadece görünen yüzünden anladıkları sonucunu doğurmaktadır." (Urey, 2018). Ayrıca bulgularda yer alan kavram yanılgıları bilimsel olarak yanlış olmasa da çalışma kapsamında yanlış olarak gösterilmiştir. Örneğin "Hayvanlar âlemi fotosentez yapabilen canlılara sahiptir." ve "Bakteriler grubu fotosentez yapabilen canlılara sahiptir." ifadeleri doğru olmalarına rağmen yanlış olarak alınmıştır. Bitkiler, algler, öglena ve siyanobakteriler ve mor kükürt bakterileri fotosentetik ototrof canlılar grubundandır ancak bahsi geçen çalışma tanım olarak sadece bitkileri incelemiş olabilir.

g) Materyaller:

Kullanılan öğretim materyallerindeki basım hataları, çizimler ve ifadeler kavram yanılgılarına neden olabilir. "Özellikle ders kitaplarında fotosentez tepkimesinin net tepkime yoluyla kimyasal bir tepkime olarak verilmesi, öğrencilerin fotosentezi "tepki okuması" olarak tanımlamaya çalışmaları bunun nedeni olabilir." (Urey, 2018).

Çalışmada farklı öğrenim düzeylerinde fotosentez üzerine yapılan çalışmalarda hangi kavramların devamlılık gösterdiği belirlenmeye çalışılmıştır. Lise düzeyinde görülen "Bitkiler sadece geceleri solunum yapar." kavram yanılgısı üniversite düzeyinde "Bitki gündüzleri fotosentez yapar, geceleri nefes alır." biçiminde yeniden saptanmıştır. Bu kavram yanılgısının nedeni fotosentezin ışığa bağımlı ve ışıktan bağımsız evrelerinin tam

olarak anlaşılması ve birbirine karıştırılması nedeniyle devam etmiş olabilir. Benzer bir çalışmada "Öğretmen adayları "Gece yatak odalarında çiçek bulundurmamın, çünkü sizin oksijeninize ortak olurlar" fikrini taşıdıkları ve bundan dolayı bitkilerin sadece geceleri solunum yaptığı düşüncesine sahip oldukları belirlenmiştir (Köse, 2004). Şeklinde bir sonuçla karşılaşmıştır. İlkokulda ve lisede görülen "Sadece yüksek yapılı bitkiler fotosentez yapar." Kavram yanılığı üniversitede "Sadece yüksek yapılı bitkiler fotosentez yapar." ve "Fotosentezi sadece bitkiler yapar. Solunumu hayvanlar yapar." Şeklinde tekrar etmiştir. Fakat öğlene gibi klorofil içeren tek hücreliler ve bazı fotosentetik bakteriler de fotosentez yapmaktadır. Lise düzeyinde görülen bir başka kavram yanılığı "Fotosentez ve solunum birbirinin tersidir." yine üniversite düzeyinde "Fotosentez solunum olayının tersidir. $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 6\text{O}_2 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ birinci yönlü olan fotosentez ikinci yönlü olan olay solunum olayıdır. Her iki olay için enerji gereklidir." ve "Fotosentez tüm yeşil bitkilerde gerçekleşir. Su besin ve karbondioksite ihtiyaç vardır. Solunum hayvanlarda bazen bitkilerde gerçekleşir. Fotosentezin tersi bir olaydır." olarak görülmüştür. Bu kavram yanılığı enerji dönüşümlerinin birbirinin tersi olan olaylar üzerinden gerçekleşeceği kanısıyla açıklanabilir. İlkokulda görülen "Bitkilerin besin kaynağı güneştir." ve "Bitkiler fotosentez yoluyla güneş ışığını besine dönüştürür." yanılığını üniversite düzeyinde "Güneş ışığı şekere dönüşür." olarak saptanmıştır. Öğrenciler fotosentezde kullanılan reaktifler ve enerji kaynağı konusunda kavram yanılığına sahiptirler.

Benzer ifadeler test sonuçlarında en fazla görülen yanlış düşünce "güneşin ve suyun enerji kaynağı olmasıdır. "Bu düşüncenin sebebi öğrencilerin enerji kaynağına yükledikleri anlamın ne olduğuyla ilgilidir. Çünkü enerji disiplinler arası soyut bir kavramdır"(Siyah, 2019) ve "Öğrencilerde gözlenen besin maddelerinin enerji kaynağı olarak kullanılması ile ilgili kavram yanılığının öğrencilerin enerji elde edilmek üzere alınan temel maddelerle, bunların enerjiye dönüştürülmesinde yardımcı olan su gibi maddelerin fonksiyonlarını birbirlerinden ayıramamaları ile açıklanmıştır" (Karagöz, 2016). Olarak rastlanmaktadır. Lise düzeyinde görülen "Solunum yalnızca yapraklarda gerçekleşir." Kavram yanılığına üniversite düzeyinde "Fotosentez olayı sadece bitkinin yapraklarında gerçekleşir." Şeklinde tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada da çalışmada "Öğrencilerden büyük çoğunluğu (% 86) fotosentezin yalnızca yapraklarda yapıldığını öne sürmüşlerdir. Oysa bitkilerin gövdelerinde ve bazı bitkilerin köklerinde fotosentez yapılabilir." (Karagöz, 2016) ifadesi yer almaktadır.

ÖNERİLER

Bütün bu çalışmalar fotosentez konusunda devam etmekte olan birçok yanlışın olduğunu göstermektedir. Kavram yanlışlarının açığa çıkarıldığı çalışmalardan sonuçla bu yanlışların giderilmesi adına bazı öneriler sunulmuştur.

- 1- Bu konuyla ilgili çalışma yapacak araştırmacılar kavram yanlışlarının giderilmesiyle ilgili çalışmalar analiz ederek en etkili yöntemi belirleyebilir. Açığa çıkarılmamış olan yanlışlar için farklı örneklem grupları belirlenebilir ve sayıları arttırılarak daha güvenilir sonuçlar elde edilebilir.
- 2- Kavram yanlışlarına sahip öğrencilerle görüşülerek sahip olduğu yanlışın nerede oluştuğu tespit edilebilir. Kavram yanlışlarının giderilmesiyle ilgili uygulamalar yapıldıktan sonra geri dönüt almak adına belirli bir süre sonra tekrar uygulama yaptırılabilir.
- 3- (Kırılmazkaya & Kırbağ Zengin, 2016; Lim & Poo, 2021; Mutlu & Özel, 2008; Tekkaya & Balcı, 2003) yapmış oldukları makalelerinin amaçları yalnızca kavram yanlışlarının belirlenmesidir. Belirlenen bu yanlışların giderilmesiyle ilgili çalışmaların arttırılması anlamlı öğrenmeye olumlu katkı sağlayacaktır.
- 4- Bireysel farklılıkların öğrenmeyi etkileyen faktörlerden biri olduğu göz önünde bulundurulduğu zaman bir kavram öğretimi için yalnızca sunuş yoluyla değil, buluş yoluyla öğretim etkinlikleri de yapılmalıdır.
- 5- Fotosentezin kimya, fizik ve biyoloji kavramlarını içermesinden dolayı disiplinler -arası bir konudur. Konunun anlaşılması için bu alanlardaki kavramların fotosentez konusundan önce öğrencilere verilmesi konunun anlaşılabilirliğini artırabilir.
- 6- Fotosentez konusunda fizik alanında ışık, ışık enerjisi, ısı, beyaz ışık, yansıma, dalga boyu, absorsiyon, kimya alanında enerji, karbohidratlar, elektrokimya, elektron, fotoliz, kimyasal tepkimeler ve CO₂'in kimyasal reaksiyonları, biyoloji alanında bitkiler, enerji, enzimler, besin, solunum, bitkinin yapısı ve organelleri gibi genel kavramların öğrencilerin bu konu öncesinde öğrenmesi veya temel bilgilerinin olması konunun anlaşılabilirliğini artırabilir.

Çıkar Çatışması Bildirimi

Yazarlar; bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve/veya yayımlanmasına ilişkin herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan etmemiştir.

Destek/Finansman Bilgileri

Yazarlar; bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve/veya yayımlanması için herhangi bir finansal destek almamıştır.

KAYNAKÇA

- Ankıl, G., & Kalın, B. (2010). Çözeltiler Konusunda Üniversite Öğrencilerinin Sahip Olduğu Kavram Yanılgıları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(2), 177-206.
<https://dergipark.org.tr/en/pub/balikesirnef/issue/3371/46532> adresinden alındı
- Aspfors, J., & Fransson, G. (2015a). Research on mentor education for mentors of newly qualified teachers: A qualitative meta-synthesis. *Teaching and Teacher Education*, 48, 75-86. doi:10.1016/J.TATE.2015.02.004
- Azizoglu, N., Alkan, M., & Geban, Ö. (2006). Undergraduate Pre-Service Teachers' Understandings and Misconceptions of Phase Equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 83(6), 947. doi:10.1021/ed083p947
- Bacanak, A., Küçük, M., & Çepni, S. (2004). İlköğretim Öğrencilerinin Fotosentez ve Solunum Konularındaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi: Trabzon Örneği. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 67-80.
- Bliss, J., & Ogborn, J. (1994). Force and motion from the beginning. *Learning and Instruction*, 4(1), 7-25. doi:10.1016/0959-4752(94)90016-7
- Butgel Tunalı, S., Gözü , Ö., & Özen, G. (2016). Nitel ve Nicel Araştırma Yöntemlerinin Bir Arada Kullanılması "Karma Arştırma Yöntemi". *Anadolu Üniversitesi İletişim Bilimleri Fakültesi Uluslararası Hakemli Dergisi*, 24(2), 106-112.
- Caravita, S., & Halldén, O. (1994). Re-framing the problem of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 89-111.
- Chi, M. H., Slotta, J. D., & De Leeuw, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 6(1), 27-43. doi:10.1016/0959-4752(94)90017-5
- Chrastina, J. (2018). Meta-Synthesis of Qualitative Studies: Background, Methodology And Applications. *NORDSCI Conference*, (s. 121-129).
doi:10.32008/nordsci2018/B1/V1/13
- Coştu, B., Ayas, A., & Ünal, S. (2007). Kavram Yanılgıları ve Olası Nedenleri: Kaynama Kavramı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 123-136.
- Creswell, J. W. (2003). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (2nd ed.)*. Thousand Oaks: CA: Sage.
- Çal, G. (2020). *İlkokul Dördüncü Sınıf Öğrencilerinin Türkçe Dersi Sözcükte Anlam Alt Öğrenme Alanına Ait Kavram Yanılgılarının Tespitine Dair Öğretmen Görüşleri*. Malatya: İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. [Yüksek Lisans Tezi].

- Dimec, D. S., & Strgar, J. (2017). Scientific conceptions of photosynthesis among primary school pupils and student teachers of biology. *Ceps Journal*, 7, 49-68. doi:10.25656/01:12958
- Dinçer, S. (2018). Content Analysis in Scientific Research: Meta-Analysis, Meta-Synthesis, and Descriptive Content Analysis. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1), 176-190. doi:10.14686/buefad.363159
- diSessa, A. A., & Sherin, B. L. (1998). What changes in conceptual change? *International Journal of Science Education*, 20(10), 1155-1191. doi:10.1080/0950069980201002
- Driver, R., & Erickson, G. (1983). Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science. *Stud.Sci.Educ.*, 10, 37.
- Fisher, W. R. (1985). The Narrative Paradigm: In the Beginning. *Journal of Communication*, 35(4), 74-89. doi:10.1111/j.1460-2466.1985.tb02974.x
- Gil-Perez, D., & Carrascosa, J. (1990). What to do about science "misconceptions. *Science Education*, 74(5), 531-540. doi:10.1002/sce.3730740504
- Gülây, H. (2011). Ağaç Yaş İken Eğilir: Yaşamın İlk Yıllarında Çevre Eğitiminin Önemi. *Tubay Bilim Dergisi*, 4(3), 240-245.
- Güleşir, T., Aydemir, K., Kuş, S., Uzel, N., & Gül, A. (2020). Fizyoloji Deneyleri Kapsamında Alternatif Bir Değerlendirme Yöntemi: TGA Çalışma Yaprakları. *E-Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi*. doi:10.30900/kafkasegt.748909
- Güneş, M. H., Gunes, O., & Hoplan, M. (2011). The using of computer for elimination of misconceptions about photosynthesis. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 1130-1134. doi:10.1016/j.sbspro.2011.03.251
- Hanifzadeh, F. (2022). A comprehensive model for determining the role of entrepreneurial decision-making in recognition and evaluation of opportunities: a meta-synthesis review. *Journal of Global Entrepreneurship Research*, 12(1), 395-422. doi:10.1007/s40497-022-00338-w
- Hewson, M. G., & Hewson, P. W. (1983). Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science Education*, 20(8), 731-743. doi:10.1002/tea.3660200804
- Jančaříková, K., & Jančařík, A. (2022). How to Teach Photosynthesis? A Review of Academic Research. *Sustainability (Switzerland)*, 14(20). doi:10.3390/su142013529

- Karagöz, S. (2016). *Lise 11. Sınıf Biyoloji Dersinde Fotosentezde Kavram Yanılgıları*. Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü [Yüksek Lisans Tezi], Konya.
- Karakaya, F., Yılmaz, M., & Ince Aka, E. (2021). Examination of Pre-Service Science Teachers' Conceptual Perceptions and Misconceptions about Photosynthesis. *Pedagogical Research*, 6(4). doi:10.29333/pr/11216
- Kırılmazkaya, G., & Kırbağ Zengin, F. (2016). Öğretmen Adaylarının Fotosentez Konusu Hakkında Kavram Yanılgılarının Vee Diyagramı Aracılığıyla Belirlenmesi ve Bu Araca Yönelik Görüşlerinin Tespiti. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 1537-1563.
- Köse, S. (2004). *Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarında Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Konularında Görülen Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Kavram Haritalarıyla Verilen Kavram Değişim Metinlerinin Etkisi*. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü [Yüksek Lisans Tezi], Denizli.
- Köse, S., & Uşak, M. (2006). Determination of Prospective Science Teachers' Misconceptions: Photosynthesis and Respiration in Plants. *International Journal of Environmental and Science Education*, 1(1), 25-52. <http://www.ijese.com> adresinden alındı
- Krall, R. M., 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.
- Kumandaş, B., Ateskan, A., & Lane, J. (2019). Misconceptions in biology: a meta-synthesis study of research, 2000–2014. *Journal of Biological Education*, 53(4), 350-364. doi:10.1080/00219266.2018.1490798
- Lachal, J., Revah-Levy, A., Orri, M., & Moro, M. R. (2017). Metasynthesis: An original method to synthesize qualitative literature in psychiatry. *Frontiers in Psychiatry*, 8(DEC). doi:10.3389/fpsy.2017.00269
- Lasuen, U. O. (2016). Pre-Service Teacher Students' Misconceptions about Photosynthesis and Experimental Designs. *9th annual International Conference of Education, Research and Innovation, 14-16 November*, (s. 5601-5606). Sevilla. doi:10.21125/iceri.2016.0261
- Leary, H., & Walker, A. (2018). Meta-Analysis and Meta-Synthesis Methodologies: Rigorously Piecing Together Research. *TechTrends*, 62(5), 525-534. doi:10.1007/s11528-018-0312-7

- Lim, H. L., & Poo, Y. P. (2021). Diagnostic test to assess misconceptions on photosynthesis and plant respiration: Is it valid and reliable? *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(2), 241-252. doi:10.15294/jpii.v10i2.26944
- Loeb, S., Dynarski, S., Mcfarland, D., & Morris, P. (2017). *Descriptive analysis in education: A guide for researchers*. The National Center for Education Evaluation and Regional Assistance (NCEE).
- Ludvigsen, M. S., Hall, E. O., Meyer, G., Fegran, L., Aagaard, H., & Uhrenfeldt, L. (2016). Using Sandelowski and Barroso's Meta-Synthesis Method in Advancing Qualitative Evidence. *Qual Health Res*, 26(3), 320-329.
- Marmaroti, P., & Galanopoulou, D. (2007). Pupils' Understanding of Photosynthesis: A questionnaire for the simultaneous assessment of all aspects. *International Journal of Science Education*, 4, 383-403. doi:10.1080/09500690500277805
- Morgil, I., Güngör Seyhan, H., Secken, N., Seçken, N., Yücel A, S., Temel, S., & Ural, E. (2009). Overcoming the Determined Misconceptions in Melting and Dissolution Through Question & Answer and Discussion Methods. *Chemistry*, 18(3), 49-61.
- Mutlu, M., & Özel, M. (2008). Sınıf Öğretmen Adaylarının Çiçekli Bitkilerin Büyüme ve Gelişimi Konuları ile İlgili Anlama Düzeyleri ve Kavram Yanılgıları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16(1), 107-124.
- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry: Chemical misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191.
- Nurbaety, D., Rustaman, N. Y., & Sanjaya, Y. (2016). The use of drawing method for diagnosing students' misconception about plant structure in relation to photosynthesis. *AIP Conf. Proc. 8 February*, 1708 (1). doi:10.1063/1.4941192
- Nye, E., Melendez-Torres, G. J., & Bonell, C. (2016). Origins, methods and advances in qualitative meta-synthesis. *Review of Education*, 4(1), 57-79. doi:10.1002/rev3.3065
- Ohlsson, B., & Ergezen, S. S. (1997). *Biyoloji Öğretimi*. Ankara: YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitim Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi.
- Ojose, B. (2015). Students' Misconceptions in Mathematics: Analysis of Remedies and What Research Says. *Ohio Journal of School Mathematics*, 72, 30-34.
- Olgun, H., Topu, M., Akad, İ., & Doğan Abdioğlu, M. (2022). Canlılarda Enerji Dönüşümü- Fotosentez. N. Yenice (Dü.) içinde, *Meb Biyoloji 12 Ders Kitabı* (s. 74-82). MEB.

- Patrick, P., & Matteson, S. (2017). Elementary and middle level biology concepts: A content analysis of Science & Children and Science Scope from 1990-2014. *Journal of Biological Education (online)*. doi:10.1080/00219266.2017.129355
- Pole, K. (2007). Mixed Method Designs: A Review of Strategies for Blending Quantitative and Qualitative Methodologies. *Mid-Western Educational Researcher*, 20(4), 35-38. <https://scholarworks.bgsu.edu/mwer/vol20/iss4/6> adresinden alındı
- Russell, A. W., Netherwood, G. A., & Robinson, S. A. (2004). Photosynthesis In Silico. Overcoming the Challenges of Photosynthesis Education Using a Multimedia CD-ROM. *Bioscience Education*, 3(1), 1-14. doi:10.3108/beej.2004.03000009
- Saka, A. (2019). Development of Preservice Biology Teachers' Skills in the Causal Process Concerning Photosynthesis. *Journal of Education and Training Studies*, 7(4), 51. doi:10.11114/jets.v7i4.4022
- Setiawati, G. D., & Wahyuni, N. T. (2023). The Use of Virtual Laboratory and Vedas as Photosynthesis and Respiration Learning Resources on Primary Teacher Education Students: Actualization Form of Society 5.0 Concepts. *1st International Conference On Innovation In Elementary Education (ICIEED2023)*, (s. 37-45). Malang. <https://publikasiilmiah.hdpgsdi.com/prosiding/index.php/icieed/issue/view/1> adresinden alındı
- Siyah, B. (2019). *Bilimsel tartışma odaklı öğretimin öğrencilerin fotosentez ve solunum kavramlarını anlamalarına etkisinin incelenmesi*. Trabzon: Trabzon Üniversitesi / Lisansüstü Eğitim Enstitüsü [Yüksek Lisans Tezi].
- Soeharto, S., Csapó, B., Sarimanah, E., Dewi, F., & Sabri, T. (2019). A Review of Students' Common Misconceptions in Science and Their Diagnostic Assessment Tools. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(2), 247-266. doi:10.15294/jpii.v8i2.18649.
- Spada, H. (1994). Conceptual change or multiple representations. *Learning and Instruction*, 4, 113.
- Suprpto, N. (2020). Do We Experience Misconceptions?: An Ontological Review of Misconceptions in Science. *Studies in Philosophy of Science and Education*, 1(2), 50-55. doi:10.46627/sipose.v1i2.24
- Svandova, K. (2014). Secondary school students' misconceptions about photosynthesis and plant respiration: Preliminary results. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(1), 59-67. doi:10.12973/eurasia.2014.1018a

- Şaşmaz-Ören, F., Ormancı, Ü., Erdem, Ş., & Karatekin, P. (2010). Kavram karikatürlerinin farklı bir kullanım alanı: ilköğretim öğrencilerinin bitkilerde solunum ve fotosentez konusuna ilişkin bilgi düzeylerini belirleme çalışması. *IX. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*. İzmir.
- Tekkaya, C., & Balcı, S. (2003). Öğrencilerin Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Konularındaki Kavram Yanılgılarının Saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 101-107.
- Thompson, F., & Logue, S. (2006). An Exploration of Common Student Misconceptions in Science. *International Education Journal*, 7, 553-559.
- Töman, U., Odabaşı Çimer, S., & Çimer, A. (2015). Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Kavramlarının Farklı Öğrenim Seviyelerinde Öğrenilme Durumlarının Araştırılması. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(03), 15-30.
- Tunalı, S. B., Gözü, Ö., & Özen, G. (2016). Nicel ve Nitel Araştırma Yöntemlerinin Bir Arada Kullanılması "Karma Araştırma Yöntemi. *Anadolu Üniversitesi İletişim Bilimleri Fakültesi Uluslararası Hakemli Dergisi*, 24(2), 106-112.
- Türk Dil Kurumu. (2023). *Türk Dil Kurumu Sözlükleri*. <https://sozluk.gov.tr/>. adresinden alındı
- Urey, M. (2018). Defining the Relationship between the Perceptions and the Misconceptions about Photosynthesis Topic of the Preservice Science Teachers. *European Journal of Educational Research*, 7(4), 813-826. doi:10.12973/eu
- Üce, M., & Ceyhan, İ. (2019). Misconception in Chemistry Education and Practices to Eliminate Them: Literature Analysis. *Journal of Education and Training Studies*, 7(3), 202. doi:10.11114/jets.v7i3.3990
- Ülgen, G. (2004). *Kavram Geliştirme*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1), 45-69. doi:10.1016/0959-4752(94)90018-3
- White, R. T. (1994). Conceptual and conceptions change. *Learning and Instruction*, 4(1), 117-121. doi:10.1016/0959-4752(94)90022-1
- Willig, C., & Wirth, L. (2018). A meta-synthesis of studies of patients' experience of living with terminal cancer. *Health Psychol.*, 37(3), 228-237.
- Yakmacı Güzel, B. (2017). Kavram Yanılgılarının Düzeltmesinde "Tahmin-Gözlem-Açıklama" Yönteminin Kullanımı. A. Ayas, & M. Sözbilir (Dü) içinde, *Kimya Öğretimi: Öğretmen Eğitimcileri, Öğretmenler ve Öğretmen Adayları İçin İyi Uygulama Örnekleri (2nd ed)* (s. 241-262). Ankara: Pegem Akademi.

- Yıldırım, A. (1999). Nitel Araştırma Yöntemlerinin Temel Özellikleri ve Eğitim Araştırmalarındaki Yeri ve Önemi. *Eğitim ve Bilim*, 7-17.
- Yıldırım, Ő. (2016). *İlkokul Öğrencilerinin Dünya ve Evren ile İlgili Kavram Yanılgıları*. Aksaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü [Yüksek Lisans Tezi], Aksaray.