

Fotosentez Öğretiminde Çoklu Gösterimlerin Öğrenmeye Etkilerinin Gösterimler Arası Geçişler Aracılığıyla İncelenmesi*

Investigating the Effects of Multiple Representations on Learning in Photosynthesis Instruction Through Transitions Between Representation

Harun Gökçe¹, Işık Saliha Karal Eyüboğlu²

¹Fen Bilgisi Öğretmeni, Milli Eğitim Bakanlığı, harungokcee@hotmail.com,
(https://orcid.org/0000-0003-0681-4403)

²Sorumlu Yazar, Doç.Dr., Giresun Üniversitesi, saliha.karal@giresun.edu.tr,
(https://orcid.org/0000-0002-6966-9947)

Geliş Tarihi: 28.03.2024

Kabul Tarihi: 16.05.2025

ÖZ

Fen bilimlerini öğrenme, fen kavramlarının farklı gösterimlerini anlamayı, bunları birbirine çevirebilmeyi ve bunların bilimsel bilgiyi göstermede koordineli kullanımlarını anlamayı gerektirdiğinden çoklu gösterimler kavramsal anlamada güçlü araçlar olarak görülmektedir. Bu çalışma ile çoklu gösterimlerle zenginleştirilmiş öğretim etkinliklerinin öğrencilerin fotosentez konusunu öğrenmeleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Yarı deneysel araştırma yönteminin ön test-son test kontrol gruplu deseni ile yürütülen çalışmaya deney grubu 12, kontrol grubu 9 olmak üzere ortaokul 8.sınıf seviyesinden toplam 21 öğrenci katılmıştır. Kontrol grubunda güncel ders kitabı ve içeriği dikkate alınarak hazırlanan, deney grubunda ise çoklu gösterimlerle zenginleştirilerek geliştirilen ders planlarına göre öğretim yapılmıştır. Veri toplama aracı olarak fotosentez ile ilgili gösterimler arası geçiş testi (FGAGT) kullanılmıştır. Deney grubu ön-son test puanlarında son test lehine anlamlı farklılık varken, kontrol grubuna ait ön-son test puanlarında ve deney grubu ile kontrol grubu son test puanlarının sıra ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. Çalışma her iki grubun en başarılı oldukları geçiş türünün grafikten tabloya, en az görselden diğer gösterim türlerine ve diğer gösterim türlerinden görsele geçişte olduğunu göstermiştir. Kontrol grubu öğrencilerinin öğretim sonrası gösterimler arası geçiş düzeylerinde fazla bir değişim olmazken, öğretim etkinliklerinin deney grubu öğrencilerinin gösterimler arası geçiş düzeylerini etkilediği görülmüştür. Son test analizleri her iki grubun da fotosentez konusundaki öğrenmelerinin hedeflenen düzeyde olmadığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Çoklu gösterim, öğrenme, fotosentez, gösterimler arası geçiş.

ABSTRACT

As learning science requires comprehending different representations of science concepts, being able to translate them to each other, and understanding their coordinated use in demonstrating scientific knowledge, multiple representations are efficient tools for conceptual understanding. The purpose of this research is to examine the effects of learning activities enriched with multiple representations on students' learning about the subject of photosynthesis. A total of 21 8th-grade students, 12 in the experimental

* Bu makale, birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı Programında tamamladığı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

group and 9 in the control group, participated in the study, which was carried out with the pre and post-test control group design of the quasi-experimental research method. Following the control groups' lesson plan prepared with the current textbook and its content and the experiment group's lesson plan enriched with multiple representations, teaching have been executed by the researcher. The transition test between representations on photosynthesis (TTRP) was used as a data collection tool. While there was a significant difference in favor of the post-test in the pre-post test scores of the experimental group, there was no statistically significant difference between the mean rank of the pre-post test scores of the control group and the scores of the experimental group and the control group in the post test. The study showed that the students in the experimental and control groups were most successful in the transition type from graphic to the table, least visual to other representations types, and vice versa. While there was not much change in the transition levels of the control group students after the instruction, it was apparent that the teaching activities affected the transition levels between the representations of the experimental group students. Post-test analyses have shown that both groups learning about photosynthesis are not on the desired level.

Keywords: Multiple representations, photosynthesis, learning. transitions between representation.

GİRİŞ

Fen öğretiminin, doğal dünyanın yorumlanmasında bilimsel açıklamaları kullanma, bilimsel kanıt/açıklama üretme ve değerlendirme gibi bilim uygulamalarını yansıtmaları gerekmektedir (Duschl, 2007). Bu uygulamaların önemli bir unsuru, bir kavramı, varlığı ya da olayı açıklamada ya da somutlaştırmada resimler, semboller, modeller gibi bilimsel gösterimler oluşturmak ve kullanmaktır (Wu & Puntambekar, 2012). Dolayısıyla öğretim materyalleri bilimsel içerikleri temsil etmede metin, fotoğraf, tablo, grafik gibi çeşitli/çoklu gösterimleri içermekte, öğretmenler öğretimlerinde sadece sözel açıklamaları değil model, resim, diyagram ve analogiler gibi farklı gösterim türlerini kullanmaktadır (Benedetiç, 2018). Çoklu gösterimlerin kullanılmasının altında yatan temel fikir öğrencilerin her bir gösterimin özelliklerinden yararlanabilmesine imkân sağlamaktır (Tsay & Tso, 2001). Çünkü kendine has özelliklere sahip olan her bir gösterim türü belirli bilimsel ve eğitimsel amaçlar için kullanılmaktadır (Chang vd., 2021; Niebert vd., 2012).

Sözlü veya yazılı açıklamalardaki kelimeler, resimler, diyagramlar, grafikler ve matematiksel eşitlikler olarak ifade edilen çoklu dışsal gösterimler, bilimsel bir fikri öğrenenlere aktarmanın farklı yolları olarak görülmektedir (Tsui & Treagust, 2013). Çoklu gösterimlerin başlıca işlevi tamamlayıcı bilgi içermesi ya da tamamlayıcı bilişsel süreçleri desteklemesi olarak açıklanmaktadır (Ainsworth, 1999). Örneğin, tablo veya grafik gibi iki farklı gösterim aynı bilgiyi içerse bile bir gösterim şekli bazı öğrenenler için diğerinden daha kolay kabul edilebilir olabilmektedir. Ainsworth (1999, p. 137)'a göre 'öğrencilere çoklu dış gösterimleri kullanma fırsatı verilirse özel bir strateji/yöntemin herhangi bir zayıf yönünü diğer yöntem aracılığı ile telafi edebilirler'. Çoklu gösterimlerin ikinci bir işlevi, iki farklı gösterimden birini diğer gösterim hakkında yorum yapmaları için kullanma yoluyla öğrencilere kavramsal olarak daha iyi bir anlayış geliştirmelerine yardımcı olmaktır (Ainsworth, 1999). Öğrencilere daha az aşına oldukları ve daha soyut olan fiziksel bir olayı yorumlamaları konusunda destek olmak için daha önceden bildikleri bir gösterim şeklinin kullanılması bu durumu örneklemektedir. Üçüncü bir işlev ise soyut düşünmeye katkı sağlayan ve genelleştirme yapmaya teşvik eden gösterimler arası ilişkiyi öğretmek daha derin bir kavramsal anlamaya katkı sağlamaktır (Ainsworth, 1999). Örneğin, öğrenciler bir cismin hızlanıp hızlanmadığını bilmek için bir hız-zaman grafiğini nasıl yorumlayacaklarını bildiklerinde ve bu bilgiyi ivme-zaman grafik ve tablolarının öğrenilmesi sırasında kullandıklarında bilgi alanlarını artırılabilirlerdir. Bu nedenle birden fazla gösterimin kullanılması, bilimsel bir kavramın kapsamlı bir şekilde anlaşılmasına yardımcı olurken, tek bir gösterim yalnızca bir fikrin ya da olayın yalnızca bazı bölümlerini tanımlayabilmektedir (Chang vd., 2021). Her bir gösterim türü, incelenen olay veya durumun farklı yönlerine vurgu yaptığından, öğrencilerin bilimsel olarak nasıl düşüneceklerini ve

davranacaklarını öğrenirken farklı gösterim biçimlerini ve bu gösterim türlerinin mantığını anlamaları ve kavramsal olarak birbiriyle ilişkilendirmeleri gerekmektedir (Ainsworth, 1999; Dolin, 2001; Van Heuvelen & Zou, 2001).

Fen bilimleri öğrenme, fen kavramlarının ve süreçlerinin farklı gösterimlerini anlamayı, bunlar arasında geçiş yapabilmeyi ve bunların bilimsel bilgiyi göstermede koordineli kullanımlarını anlamayı gerektirdiğinden (Ainsworth, 1999), çoklu gösterimler soyut varlıklara ait kavramların somutlaştırılmasında ve kavramsal anlamada güçlü araçlar olarak görülmektedir (Ainsworth, 2008; Hammer vd., 2004; Tytler vd., 2013). Gösterimler arası ilişkilendirme yapma yeteneği, kavramsal anlamının ve öğrenci öğrenmesinin önemli bir göstergesi olarak yorumlanmaktadır (Prain & Waldrip, 2006; Prain vd., 2009; Rosengrant vd., 2007; Treagust vd., 2003). Bu nedenle birden fazla gösterim kullanma ve farklı gösterimler arasında geçiş yapma becerisi öğrencilerin öğrenmesi için önem taşımaktadır (Duval, 2002; Opfermann vd., 2017). Çoklu gösterimlerle öğrenmede en önemli süreç gösterimler arası geçiş olduğundan (Van der Meij, 2007), öğrenci bilgiyi farklı gösterim türleriyle ifade edebildiği ve farklı gösterimler arasında geçiş yapabildiği durumda gerçek anlamda öğrenmeden bahsedilmektedir (Even, 1998; Meij & Jong, 2006; Nieminen vd., 2017).

Fen bilimleri konularının öğretiminde soyut varlıklara ait kavramları anlaşılır hale getirmek için; aynada bir cismin görüntüsünün nasıl oluştuğunu gösteren bir çizim yapma, bir cismin hareketini hız-zaman ya da konum-zaman grafikleri ile tanımlama, yazılı metinleri açıklamak için görseller veya resimler kullanma gibi çeşitli gösterim türleri kullanılmaktadır (Kuo vd., 2017; Uslu & Kocaküllah, 2024). Öğretim materyallerinde sık kullanılan çoklu gösterimlerin kavramları anlaşılır hale getirerek anlamaya katkı sağladığı ifade edilse de (Sunyono vd., 2015; Sunyono & Meristin, 2018; Widiastari & Redhana, 2021) çoğu öğrenci çoklu gösterimlerle öğrenme süreçlerinde zorluk yaşamaktadır (Van Meter & Stepanik, 2020). Öğrenciler her bir gösterimin bilgiyi nasıl tasvir ettiğini anlamadıkları veya farklı gösterimler arasındaki bilgileri birleştiremedikleri durumlarda bu gösterimler öğrenmeyi engelleyebilmektedir (Rau vd., 2015). Öğrenciler aşına olmadıkları gösterimleri aynı şekilde alışık olmadıkları kavramları öğrenmek için kullanırken bir gösterim ikilemiyle karşılaşmaktadırlar (Dreher & Kuntze, 2015). Diğer bir deyişle dışsal gösterimler aracılığıyla öğrenme durumunda kalan öğrenciler, hem gösterimleri hem de kavramları öğrenmek durumunda kalırlar (Rau, 2017). Bu nedenle öğrencilerin çoklu gösterimlere dayalı öğrenmede başarılı olabilmeleri için gerçek sınıf uygulamalarının önemli olduğu vurgulanmaktadır (Van der Meij & de Jong, 2006; Kuo vd., 2017).

Bu çalışmada çoklu gösterimlerle zenginleştirilmiş öğretimin öğrenci öğrenmesi üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla öğrenme zorluklarının ve kavram yanlışlarının yaygın olduğu fotosentez konusu (Jayanti, 2019; Ürey, 2018; Yong & Kee, 2017) seçilmiştir. Sadece ilköğretim seviyesindeki öğrenciler için değil yetişkinler için de anlaşılması zor bir konu olarak nitelendirilen (Marmaroti & Galanopoulou, 2006; Svandova, 2014) fotosentez konusunda, öğrencilerin ‘fotosentez bitkilerin karbondioksit alıp oksijen verdiği bir süreçtir, bitkiler enerjilerini dışarıdan alırlar, toprak bitkilere besin sağlar’(Bacanak vd. 2004), ‘bitkiler gece solunum yapar, gündüz yine bir tür solunum olan fotosentez yaparlar’(Stavy vd., 1987) ve öğretmen adaylarının ‘fotosentez sadece yeşil bitkilerde gerçekleşir, fotosentez bir gaz değişim işlemidir, yeşil bitkiler sadece geceleri ışık enerjisi olmadığı zaman solunum yaparlar, bitkilerde solunum sadece yaprak hücrelerinde meydana gelir, fotosentez ve solunum birbirinin tersi işlemlerdir’ (Köse & Uşak, 2006) şeklinde kavram yanlışlarının olduğu belirlenmiştir. Svandova (2014), fotosentez konusundaki kavram yanlışlarının ortadan kaldırılmasında öğretmenlerin grafik gibi gösterimleri kullanılmasını önerirken, Schönborn ve Bögeholz (2013) biyoloji alanında bilginin yapılanması için çoklu gösterimler arasındaki geçişlerin gerekliliğini vurgulamaktadır. Bu nedenle bu çalışmada çoklu gösterimlerle zenginleştirilmiş öğretim etkinliklerinin öğrencilerin fotosentez konusunu öğrenmeleri üzerindeki etkilerinin neler olduğunun incelenmesinin amaçlanmıştır. Duval (1993)’in herhangi bir kavram veya konunun

öğrenilme düzeyi ile o kavram veya konuyu farklı gösterim biçimleri kullanarak açıklayabilme becerisi arasında güçlü bir ilişki olduğuna dair varsayımına ve araştırmanın teorik temellerine dayanılarak bu araştırmanın problemleri aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

1. Çoklu gösterimlerle zenginleştirilmiş öğretim etkinlikleri, öğrencilerin farklı gösterim biçimlerini kullanma düzeylerini nasıl etkilemektedir?
2. Çoklu gösterimlerle zenginleştirilmiş öğretim etkinlikleri, öğrencilerin gösterimler arası geçiş düzeylerini nasıl etkilemektedir?
3. Öğrencilerin gösterimler arası geçiş düzeyleri gösterim türüne göre nasıl değişim göstermektedir?

YÖNTEM

2.1. Araştırma Deseni

Bu çalışmada nicel araştırma yöntemlerinden yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırma grubunun tesadüfi olarak belirlenmediği durumlarda uygulanan yarı deneysel desenler (McMillan & Schumacher, 2001) doğal okul ortamlarında çeşitli eğitim programlarının etkililiği ve geliştirilmesi ile ilgili çalışmalarda tercih edilmektedir (Mujis, 2004).

2.2. Katılımcılar ve Uygulama Süreci

Çalışmanın katılımcıları Karadeniz bölgesinin iç kesimlerinde yer alan bir Ortaokulun 8.sınıf seviyesinde öğrenim gören öğrencilerden oluşmaktadır. Okulun bu seviyedeki iki sınıfından biri rastgele deney, diğeri kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Deney grubu olarak seçilen sınıfın öğrenci sayısı 13, kontrol grubu olarak seçilen sınıfın öğrenci sayısı 11 olmasına karşın, coğrafi sebeplerden derse katılamayan öğrenciler nedeniyle deney grubu öğrenci sayısı 12, kontrol grubu öğrenci sayısı 9 olmak üzere çalışmaya toplam 21 öğrenci katılmıştır.

Çalışma kapsamında deney ve kontrol gruplarının her biri için iki farklı ders planı hazırlanmış ve öğretimler bu planlara göre yürütülmüştür. Kontrol grubunda Millî Eğitim Bakanlığı tarafından kabul edilen 8.sınıf seviyesi Fen bilimleri ders kitabı dikkate alınarak hazırlanan ders planına göre öğretim yapılmıştır. Ders kitabında tablo, görsel, grafik ve sözel gösterimler gibi çeşitli gösterim türlerine yer verildiği ancak değerlendirme kısımlarında ağırlıklı olarak sözel gösterimlerin olduğu belirlenmiştir. Konunun sunumunda sözel gösterimlere ek olarak resim, grafik nadiren de tablo gösterim türlerine yer verildiği ancak gösterimler arası geçişlerin çok az olduğu belirlenmiştir. Kitapta yer alan tabloların genel olarak deneyler sonucu elde edilen verilerin kaydedilmesinde kullanıldığı, görseller ya da grafiklerin açıklanmasında sözel açıklamalar tercih edildiği tespit edilmiştir. Deney grubunda ders kitabında yer alan gösterim türlerine ilave olarak farklı gösterim türleri ve bu gösterim türleri arasında geçiş içeren etkinliklerden oluşan ders planı takip edilmiştir. Örneğin, kontrol grubunda fotosentez olayı sözel açıklamalar, bir görsel ve bir denklem ile açıklanırken, deney grubunda bunlara ek olarak tablo ve grafikler kullanılmış, tabloda yer alan bilgilere dayalı olarak öğrencilerden grafik çizimleri ve tabloda yer alan düzenekleri gösteren çizimler oluşturmaları istenmiştir. Fotosentez için gerekli olan maddeler/değişkenler sözel, grafik, tablo ve görsel gösterimler kontrol grubundakine benzer şekilde kullanılmış ek olarak gösterimler arası geçişler (tablodan tabloya, tablodan görsele, görselden tabloya vb.) öğretime dâhil edilmiştir. Fotosentez hızına etki eden etkenlerden biri çoklu gösterimler kullanılarak öğretmen tarafından açıklanmış sıcaklık ve ışığın rengi gibi değişkenlerle ilgili diğer etkinliklere öğrencilerin katılımı sağlanmıştır. Örneğin, öğrencilerden verilen grafiğin sözel olarak açıklanması, grafiğe göre deney düzeneğinin çiziminin yapılması ya da verilen grafiğin tabloya dönüştürülmesi istenmiştir. Bu işlemler için öğrencilere belirli bir süre verilmiş ve süre sonunda öğretim sonrası değerlendirmede fen bilimleri ders kitabında yer alan ünite değerlendirme sorularına ek olarak gösterim türleri ile zenginleştirilmiş soru çözümleri gerçekleştirilmiştir.

2.3. Veri Toplama Araçları

Öğrencilerin gösterimler arası geçiş zorluklarını belirlemek ve başarılı geçişlere katkıda bulunan önemli faktörleri araştırmak önemli olduğundan (Chang vd., 2021), bu çalışmada çoklu gösterimler sadece öğretim sürecinde değil, öğrenci öğrenmelerinin değerlendirilmesi aşamasında da kullanılmıştır. Çünkü çoklu gösterimlere dayalı bir öğrenme ortamının başarılı olup olmadığının anlaşılabilmesi için değerlendirme araçlarının da öğretim tarzı ile uyumlu olması önerilmektedir (Ainsworth, 1999; Karal Eyüboğlu, 2019; Lin vd., 2016). Bu nedenle bu çalışmada veri toplama aracı olarak çoklu gösterimlere ve bu gösterimler arası geçişlere dayalı ‘Fotosentez ile ilgili Gösterimler Arası Geçiş Testi (FGAGT)’ FGAGT kullanılmış, 4 ders saati/1 hafta devam eden öğretim uygulamalarının öncesinde ve sonrasında deney ve kontrol gruplarında uygulanmıştır.

Testin geliştirilmesi aşamasında öncelikle Fen Bilimleri Öğretim Programı ve 8. sınıf Fen Bilimleri ders kitabı incelenmiştir. Öğretim programında fotosentez konusunun öğretilmesi için önerilen ders süresi, öğrenme sonuçları/kazanımları ve ilgili alan yazında yer alan gösterim türleri dikkate alınarak konu ile ilgili gösterimler; sözel, grafik, tablo ve görsel olarak belirlenmiştir. İlk olarak her bir kazanım için 16 olmak üzere toplam 32 geçiş sorusu içeren açık uçlu test için iki fen bilgisi öğretmeni ve iki alan eğitimi uzmanının görüşleri alınarak pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda şıklar içeren 7 açık uçlu sorudan oluşan ‘Fotosentez ile ilgili Gösterimler Arası Geçiş Testi (FGAGT)’ geliştirilmiştir (Ek 1). Tablo 1 geliştirilen testin içerdiği gösterimler arası geçiş türlerini ve ilgili soruları göstermektedir.

Tablo 1

FGAGT Soruları ve İlgili Gösterimler Arası Geçiş Türleri

Tablo-Sözel	Tablo-Grafik	Tablo-Görsel
S.1.a	S.2.a	S.2.b
Sözel-Tablo	Sözel-Grafik	Sözel-Görsel
S.3.a	S.4.a	S.4.b
Grafik-Tablo	Grafik-Sözel	Grafik-Görsel
S.5.a	S.6.a	S.6.b
Görsel-Sözel	Görsel-Grafik	Görsel-Tablo
S.7.a	S.7.b.	S.7.c

2.4. Verilerin Analizi

Test sorularının analizinde öncelikle deney grubundaki öğrenciler D1, D2, D3, ... D12 ve kontrol grubunda yer alan öğrenciler K1, K2, K3, ..., K9 olarak kodlanmıştır. Ardından öğrenci cevapları Abraham vd., (1994) tarafından oluşturulan analiz yöntemine benzer bir şekilde anlama seviyeleri oluşturularak puanlanmıştır. Bu analiz şeklinde doğru seviyesinde yer alan cevaplar 3, eksik seviyesinde 2, yanlış seviyesinde 1 ve boş seviyesinde 0 olacak şekilde bir sınıflandırma yapılmış, öğrencilerin her bir soruya verdikleri cevaplar incelenerek ilgili anlama seviyesine göre puanlama yapılmıştır. Aşağıda tablodan görsele geçiş içeren 2.soru ve bu sorunun cevaplarının analize yönelik örnekler yer almaktadır.

Soru 2: Aşağıdaki tabloda bir araştırmacının kurduğu 2 düzenekte bulunan veya bulunmayan öğeler gösterilmektedir.

Düzenek	Işık	Su	Canlı Kelebek	Fotosentez Yapabilen Bitki	Toprak	Saksı	Fanus
Düzenek 1	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var
Düzenek 2	Var	Yok	Var	Var	Var	Var	Var

a) Kullanılan malzemeleri dikkate alarak iki düzeneğin de şeklini çiziniz.

Tablo 2 yukarıdaki örnek sorunun cevaplarının analizi ile ilgili anlama seviyelerini, puanları, açıklamaları ve örnek cevapları göstermektedir.

Tablo 2

Anlama Seviyeleri, Puanları ve Örnek Cevaplar

Seviye	Puan	Açıklama	Örnek
Doğru	3	Bilimsel olarak doğru cevaplar	
Eksik	2	Yanlış cevap içermeyen ancak bilimsel bilgiyle tam uyumu olmayan cevaplar	
Yanlış	1	Bilimsel olarak yanlış kabul edilen cevaplar	
Boş	0	Herhangi bir cevap içermeyen	

Çalışmanın güvenilirliğini sağlamak amacıyla araştırma süreci açık bir şekilde ifade edilmiştir. Veriler farklı zamanlarda araştırmacılar tarafından bağımsız olarak analiz edilmiş ve puanlayıcılar arasındaki güvenilirliğin hesaplanmasında Kappa istatistiğinden yararlanılmıştır (Cohen, 1960). Sınıflama düzeyinde puanlama yapan puanlayıcılar arasındaki uyum derecesi 0.78 olarak hesaplanmıştır. Landis ve Koch'un (1977) önerdiği uyum seviyelerine göre, 0.61-0.80 aralığındaki bu değer önemli uyum gücü olarak yorumlanmıştır.

Verilerin analizinde öncelikle öğrencilerin her bir sorudan aldıkları puanlar toplanarak bireysel puanlar hesaplanmış (Şekil 1 ve Şekil 2) ardından öğrencilerin bireysel puanlarının aritmetik ortalaması alınarak grubun ortalama puanı hesaplanmıştır. Kontrol ve deney gruplarında yer alan öğrenci sayılarının farklı olması nedeniyle gruplar arası ön ve son testlerin karşılaştırılmasında (Şekil 3 ve Şekil 4) her bir sorudan alınan puan 'tüm öğrencilerin ilgili sorudan aldıkları puanların aritmetik ortalaması alınarak' hesaplanmıştır.

Grup içi ön-son test puanlarının karşılaştırılmasında Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi, gruplar arası deney ve kontrol gruplarının ön-son test puanlarının karşılaştırılmasında Mann Whitney U Testi kullanılmıştır. Deney ve kontrol gruplarının ön-son test istatistiksel analizinde genellikle ilişkili ortalamalar t-testi uygulanmaktadır (Balcı, 2010). Bu çalışmada ilişkili (bağımlı) örneklemeler t-testinin parametrik karşılığı olan ve diğer şartlar aynı kalmakla beraber bağımlı değişkene ait ölçümlerin aralık veya oran ölçeğinde olduğu ancak normal dağılım

şartını sağlamadığı veya sıralama ölçeğinde olduğu durumlarda kullanılan Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır.

2.5. Etik Kurallara Uygunluk

Bu çalışmanın tüm aşamalarında araştırma ve yayın etiği ilkelerine uygun şekilde hareket edilmesine özen gösterilmiştir. Çalışma, Giresun Üniversitesi Etik Kurulu'nun 27 Nisan 2022 tarihli ve 21/04 sayılı onayı ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların kimliklerini ortaya çıkarabilecek bilgi ve ipuçlarından kaçınılmış; yararlanılan kaynaklara metin içerisinde bilimsel atıf kurallarına uygun şekilde yer verilmiş ve bu kaynaklar, kaynakça bölümünde belirtilmiştir.

BULGULAR

Bu bölümde bulgular araştırma problemleriyle paralellik gösterecek şekilde üç ana başlık altında sunulmuştur.

3.1. Çoklu Gösterimlerle Zenginleştirilmiş Öğretim Etkinliklerinin Öğrencilerin Farklı Gösterim Biçimlerini Kullanma Düzeylerine Etkisi

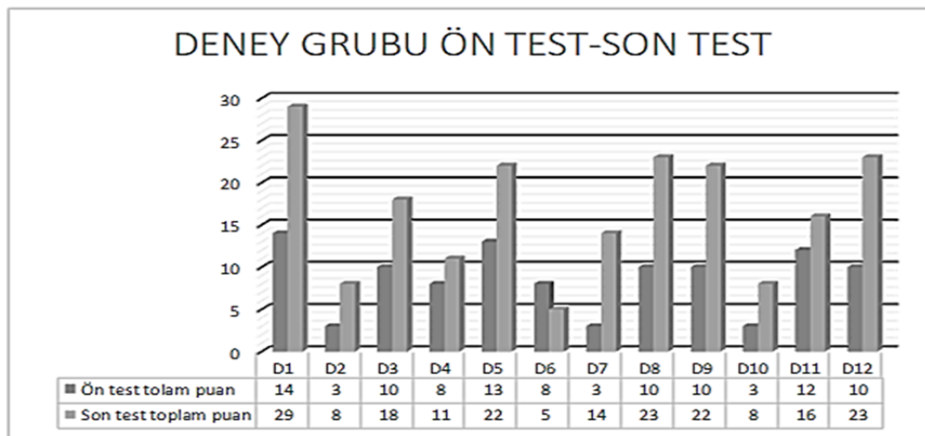
Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son testten aldıkları puanların analizinden elde edilen bulgular, öğrencilerin sorulardan aldıkları toplam puanların ön ve son test karşılaştırmasını içeren grafikler ve istatistiksel hesaplamalardan oluşmaktadır. Bu bölümde ilk olarak deney grubu öğrencilerinin ardından kontrol grubu öğrencilerinin ön ve son testlerden aldıkları puanlar ve istatistiksel hesaplamaları son olarak deney ve kontrol grubu ön-son test puanları ve istatistiksel olarak karşılaştırılması yer almaktadır.

3.1.1. Deney Grubu Öğrencilerinin Ön ve Son Test Sonuçları

Şekil 1'de deney grubu öğrencilerinin ön ve son testlerden aldıkları toplam puanlar görülmektedir. Şekil 1 bir öğrenci hariç deney grubu öğrencilerinin son testten aldıkları toplam puanların ilk testten aldıkları toplam puanlardan fazla olduğunu göstermektedir. Ön testte alınan en yüksek puan 36 üstünden 14, en düşük puan 3 iken, son testte en yüksek puan 29, en düşük puan 5 olmuştur. Öğrencilerin son testteki ortalama puanları, ilk teste göre artış göstermiş ve istatistiksel sonuçlar da bu puan artışının anlamlı olduğunu göstermiştir. Ancak test puanları bireysel düzeyde incelendiğinde, puan artışlarının öğrenciden öğrenciye değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Örneğin bazı öğrencilerin (D1, D7) puan artışlarının, diğer öğrencilere (D2, D10) göre daha belirgin olduğu tespit edilmiştir

Şekil 1

Deney Grubu Öğrencilerinin Ön Test ve Son Testten Aldıkları Toplam Puanlar



Deney grubu öğrencilerinin ön test ve son test puanlarının istatistiksel olarak karşılaştırılmasında kullanılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları Tablo 3’de sunulmuştur.

Tablo 3

Ön Test-Son Test Ölçümlerinin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi İle Karşılaştırılması

Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Deney Grubu					
Negatif sıra	1	1.50	1.50	-2.94	.003
Pozitif sıra	11	6.95	76.50		
Eşit	0				

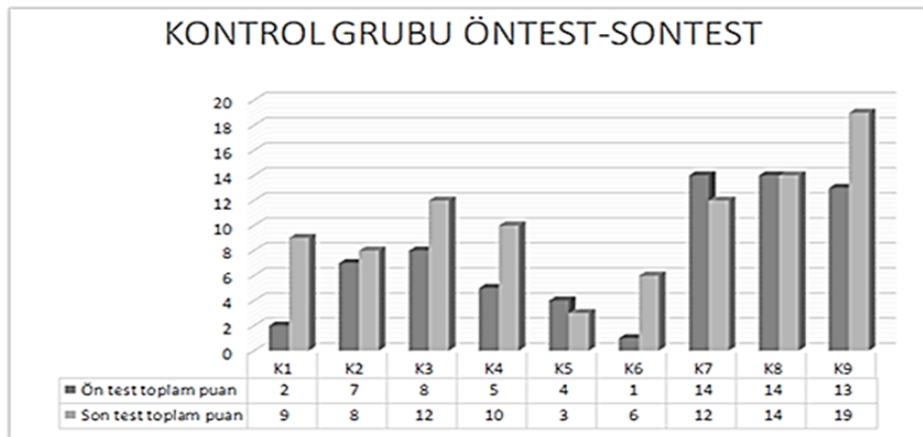
Fotosentezle ilgili gösterimler arası geçiş testine (FGAGT) ait ön ve son test karşılaştırıldığında ön-son test puanında ($z = 2.94$, $p < .05$) son test lehine anlamlı farklılık olduğu görülmektedir.

3.1.2. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Ön ve Son Test Sonuçları

Kontrol grubu öğrencilerinin ön ve son testlerden aldıkları toplam puanları gösteren Şekil 2’ye göre iki öğrenci hariç kontrol grubu öğrencilerinin son testten aldıkları toplam puanlarında az da olsa artış olmuştur. K5 ve K7 öğrencilerinin son testte aldıkları puanda azalma görülürken, K8 kodlu öğrencinin puanında değişiklik olmamıştır. Ön testte alınan en yüksek puan 36 üstünden 14, en düşük puan 1 iken, son testte en yüksek 19, en düşük 3 puan olmuştur. Şekil 2, kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son test puanları arasında bir miktar artış olduğunu göstermektedir; ancak yapılan istatistiksel analizler, bu artışın anlamlı olmadığını ortaya koymuştur.

Şekil 2

Kontrol Grubu Öğrencilerinin Ön Test ve Son Testten Aldıkları Toplam Puanlar



Kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son test puanlarının istatistiksel olarak karşılaştırılmasında kullanılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları Tablo 4’de sunulmuştur.

Tablo 4*Ön Test-Son Test Ölçümlerinin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile Karşılaştırılması*

Son Test-Ön Test		N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Kontrol Grubu	Negatif sıra	2	2.25	4.50	-1.89	.058
	Pozitif sıra	6	5.25	31.50		
	Eşit	1				

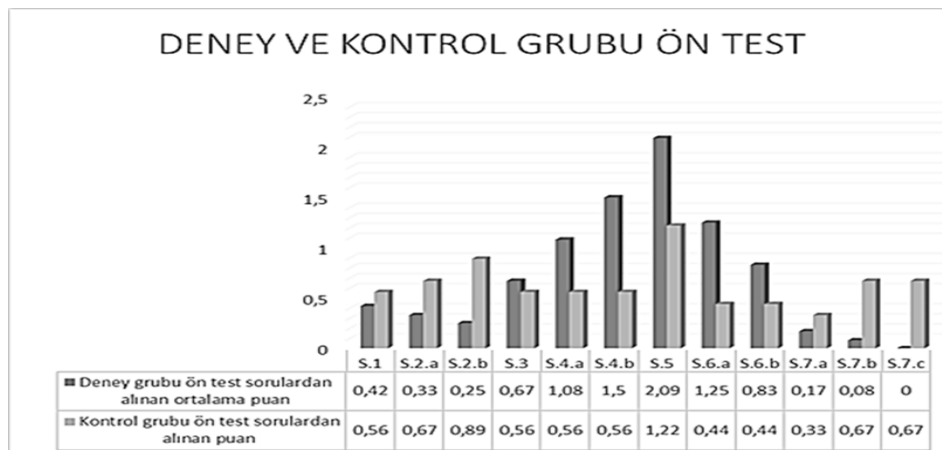
Fotosentezle ilgili gösterimler arası geçiş testine (FGAGT) ait ön ve son test karşılaştırıldığında ön-son test puanında anlamlı farklılık bulunmamaktadır. Fotosentezle ilgili Gösterimler Arası Geçiş Testi'ne (FGAGT) ait ön ve son test puanları karşılaştırıldığında, ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($z = 1.89$, $p > .05$).

3.1.3. Deney ve Kontrol Grubu Ön ve Son Test Sonuçları

Şekil 3'te sunulan verilere göre, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Fotosentezle İlgili Gösterimler Arası Geçiş Testi'ndeki (FGAGT) her bir sorudan ön testte aldıkları ortalama puanlar karşılaştırıldığında, deney grubu öğrencilerinin 12 sorudan elde ettikleri toplam ortalama puan 0,72 iken, kontrol grubunun ortalama puanı 0,63 olarak belirlenmiştir. Deney grubu öğrencilerinin ön testte elde ettikleri ortalama puanlar, kontrol grubuna kıyasla bir miktar yüksek olmasına rağmen, her iki grubun ön testteki ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Bkz. Tablo 5). Ön test sonuçları, deney ve kontrol gruplarının öğretim öncesinde benzer başlangıç düzeylerine sahip olduğunu ve bu nedenle grupların eşdeğer kabul edilebileceğini göstermektedir. Genel ortalama puanlar deney ve kontrol grupları arasında benzer olsa da, FGAGT'deki bireysel sorulara ait ortalama puanlar gruplar arasında farklılık göstermektedir. Örneğin, 3.a, 4.a, 4.b, 5.a, 6.a ve 6.b numaralı sorularda deney grubu öğrencileri kontrol grubuna kıyasla daha yüksek ortalama puanlar elde ederken; 1.a, 2.a, 2.b, 7.a, 7.b ve 7.c numaralı sorularda ise kontrol grubu öğrencileri daha yüksek ortalama puanlar almıştır.

Şekil 3

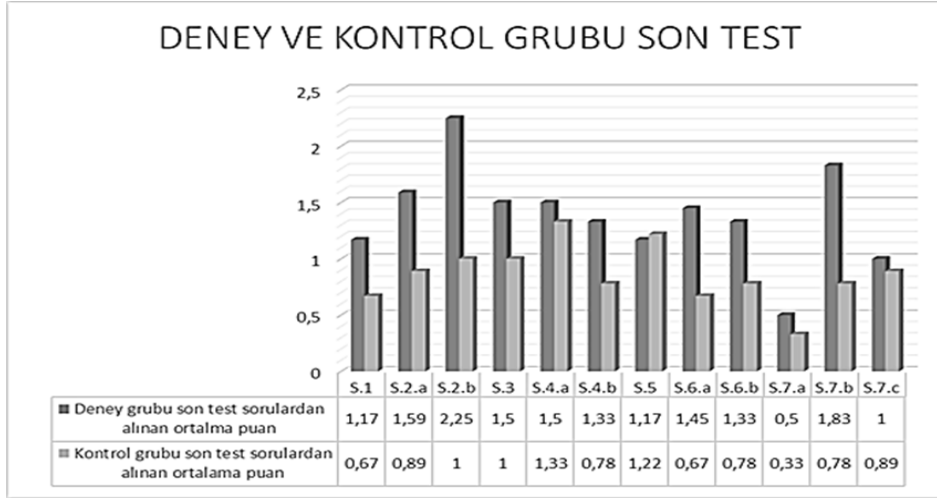
Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Ön Test Puanları



Şekil 4 deney ve kontrol grubu öğrencilerinin FGAGT testindeki her bir sorudan son testte aldıkları ortalama puanların karşılaştırmasını göstermektedir.

Şekil 4

Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Son Test Puanları



Şekil 4'e göre deney grubu öğrencilerinin son testte 12 sorudan aldıkları toplam ortalama puan 1,38 iken, kontrol grubunun ortalama puanı 0,86'dır. Deney grubunun ön test ortalama puanı 0,72'den 1,38'e yükselirken, kontrol grubunun puanı 0,63'ten 0,86'ya çıkmıştır. Deney grubu puanlarının kontrol grubuna göre daha fazla artmasına karşın, son testteki sorulardan alınan puanların dağılımı ön teste göre daha homojen şekilde dağılım göstermiştir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin sorulardan aldıkları ortalama puanların karşılaştırılmasına yönelik istatistiksel sonuçları gösteren Tablo 5'e göre gruplar arası puanlarda anlamlı bir fark görülmemektedir. .

Tablo 5

Gruplar Arası Ön-Son Test Ölçümlerinin Mann Whitney U Testi İle Karşılaştırılması

Test türü		N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	Z	p
Ön test	Deney	12	11.63	139.50	46.500	-537	.591
	Kontrol	9	10.17	91.50			
Son test	Deney	12	13.13	157.50	28.500	-1.817	.069
	Kontrol	9	8.17	73.50			

Mann Whitney U testi sonuçlarına göre deney ve kontrol grubunun ön test puanları incelendiğinde deney grubu puanlarının sıra ortalamaları (11.63) ile kontrol grubu puanlarının sıra ortalamaları (10.17) arasında anlamlı farklılık yoktur [(U= 46.500, $p>.05$]. Son test sonuçları incelendiğinde son testte deney grubu puanlarının sıra ortalamaları (13.13) ile kontrol grubu puanlarının sıra ortalamaları (8.17) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir [(U= 28.500, $p>.05$].

3.2. Çoklu Gösterimlerle Zenginleştirilmiş Öğretim Etkinliklerinin Öğrencilerin Gösterimler Arası Geçiş Düzeylerine Etkisi

Bu bölümde deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin ön ve son testlerde bir gösterim türünden diğer gösterim türlerine geçiş durumlarını sergileyen bulgulara yer verilmiştir.

3.2.1. Deney Grubu Öğrencilerinin Gösterimler Arası Geçiş Düzeyleri

Deney grubu öğrencilerinin her bir gösterim türünden diğer gösterim türlerine geçişleri içeren bulgular Tablo 6'da özetlenmiştir. Gösterimler arası geçiş türleri için ilk sütunda ön testten, sonraki sütunda son testten alınan puanlar yer almaktadır.

Tablo 6

Deney Grubu Öğrencilerinin Gösterimler Arası Geçiş Düzeyleri

Düzey	Gösterimler Arası Geçiş Türleri																																														
	Sözel-Tablo				Sözel-Grafik				Sözel-Görsel				Grafik-Sözel				Grafik-Tablo				Grafik-Görsel				Tablo-Sözel				Tablo-Grafik				Tablo-Görsel				Görsel-Sözel				Görsel-Grafik				Görsel-Tablo		
D	0	4	0	0	0	0	1	4	7	3	0	2	0	0	0	0	0	7	0	1	1	2	0	0																							
E	0	1	1	7	7	5	5	2	1	2	1	1	1	6	0	7	0	1	0	0	1	6	0	5																							
Y	8	4	11	4	4	6	2	1	2	1	8	8	3	2	4	5	3	4	1	1	1	2	0	2																							
B	4	3	0	1	1	1	4	5	2	6	3	1	8	4	8	0	9	0	11	10	9	2	12	5																							

D:doğru, E:eksik, Y: Yanlış, B:boş

Tablo 6 ön testte; öğrencilerin en fazla doğru cevap verdikleri gösterimler arası geçiş türünün grafikten tabloya, eksik cevapların sözelden görsele ve grafikten sözele, yanlışların sözelden grafiğe, sözelden tabloya, grafikten görsele ve en fazla boş cevabın ise görselden diğer gösterim türlerine geçişte olduğunu göstermektedir.

Son testte baktığımızda; en fazla cevap doğru cevabın tablodan görsele, eksik cevapların sözelden grafiğe, tablodan sözele ve tablodan grafiğe geçişlerde yer aldığı görülmektedir. En fazla yanlış cevap grafikten görsele ve sözelden görsele geçişlerde iken, en fazla boş bırakılan gösterimler arası geçiş düzeyinin ön testte de olduğu gibi görselden sözele olduğu görülmektedir.

3.2.2 Kontrol Grubu Öğrencilerinin Gösterimler Arası Geçiş Düzeyleri

Kontrol grubu öğrencilerinin her bir gösterim türünden diğer gösterim türlerine geçişlerini içeren bulgular Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7

Kontrol Grubu Öğrencilerinin Gösterimler Arası Geçiş Düzeyleri

Düze	Gösterimler Arası Geçiş Türleri																								
	Sözel-Tablo		Sözel-Grafik		Sözel-Görsel		Grafik-Sözel		Grafik-Tablo		Grafik-Görsel		Tablo-Sözel		Tablo-Grafik		Tablo-Görsel		Görsel-Sözel		Görsel-Grafik		Görsel-Tablo		
D	0	0	0	1	0	0	0	1	3	2	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
E	0	1	0	2	2	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Y	5	7	5	5	1	3	4	3	2	3	4	4	5	4	6	8	5	4	3	3	6	7	6	8	8
B	4	1	4	1	6	4	5	5	4	3	5	4	4	4	3	1	3	3	6	6	3	2	3	1	

D:doğru, E:eksik, Y: Yanlış, B:boş

Kontrol grubunun geçiş düzeylerine ilişkin Tablo 7 incelendiğinde ön testte; öğrencilerin en fazla doğru cevap verdikleri gösterimler arası geçişin grafikten tabloya, eksik cevapların sözelden görsele, yanlışların tablodan grafiğe, görselden grafiğe ve görselden tabloya olduğu görülmektedir. En fazla boş cevap ise sözelden görsele ve görselden sözele geçişlerde bulunmaktadır.

Son testte; öğrencilerin en fazla doğru cevap verdikleri gösterimler arası geçiş türünün grafikten tabloya, eksik düzeyinde en fazla sözelden grafiğe ve sözelden görsele olduğu görülmektedir. En fazla yanlış cevap tablodan grafiğe, görselden tabloya ve sözelden tabloya, boş cevaplar ise ön testte olduğu gibi görselden sözele geçişlerde olmuştur.

3.3. Gösterimler Arası Geçiş Düzeylerinin Gösterim Türüne Göre Değişimi

Tablo 8 her iki grubun ön ve son testlerde gösterimler arası geçiş düzeylerinin gösterim türlerine göre nasıl değiştiğini göstermektedir.

Tablo 8

Gösterimler Arası Geçiş Düzeylerinin Gösterim Türüne Göre Değişimi

Düzy	Ön Test		Son Test	
	<i>Deney Grubu</i>	<i>Kontrol Grubu</i>	<i>Deney Grubu</i>	<i>Kontrol Grubu</i>
D	Grafikten- Tablo	Grafikten- Tablo	Tablodan- Görsel	Grafikten- Tablo
E	Sözelden-Görsel Grafikten- Sözel	Sözelden- Görsel	Sözelden- Grafik Tablodan- Sözel Tablodan-Grafik	Sözelden- Grafik Sözelden-Görsel
Y	Sözelden-Grafik Sözelden-Tablo Grafikten- Sözel	Tablodan- Grafik Görselden-Grafik Görselden-Tablo	Grafikten- Görsel Sözelden- Görsel	Tablodan- Grafik Görselden- Tablo Sözelden-Tablo
B	Görselden- Sözel Görselden-Grafik Görselden-Tablo	Sözelden- Görsel Görselden-Sözel	Görselden- Sözel	Görselden- Sözel

D:doğru, E:eksik, Y: Yanlış, B:boş

Her iki grubun ön testte en çok doğru cevap verdikleri gösterimler arası geçişin grafikten tabloya, son testte ise deney grubunda tablodan görsele olarak değişim gösterdiği, kontrol grubunda ise yine grafikten tabloya şeklinde olduğu görülmektedir. Son test analizleri ise, deney grubunun en yüksek doğru yanıt oranını tablodan görsele geçişlerde, kontrol grubunun ise yine grafikten tabloya geçişlerde elde ettiği belirlenmiştir. Ön test sonuçları incelendiğinde, her iki grupta da eksik yanıtların en çok sözelden görsele geçişlerde yoğunlaştığı belirlenmiştir. Son testte ise, deney grubunda eksik yanıtların dağılımında değişiklik gözlemlenirken, kontrol grubunda sözelden görsele geçişlerdeki eksik yanıtların oranı benzer seviyede kalmıştır.

En fazla yanlış yanıtın verildiği gösterimler arası geçiş türleri incelendiğinde, deney grubunda ön test ve son test arasında belirgin bir farklılık gözlemlenmiş; buna karşın, kontrol grubunda bu geçiş türlerinde anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır. Kontrol grubunda, ön ve son testlerde en fazla yanlış yanıtın verildiği gösterimler arası geçiş türleri tablodan grafiğe ve görselden tabloya olup, testler arasında belirgin bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Deney grubunun ön testte sözelden diğer gösterim türlerine geçiş veya tersi, son testte görselden diğer gösterim türlerine veya tersi geçişlerde yer aldığı görülmektedir.

Boş kategorisinde yer alan geçişlere bakıldığında, deney grubunun ön testte boş bıraktığı soruların görselden diğer gösterim türlerine, son testte ise sadece görselden sözele geçiş türünde olduğu görülmektedir. Kontrol grubunun ön testinde en fazla boş cevap verilen gösterimler arası

geçiş türünün sözelden görsele ve görselden sözele, son testte ise deney grubundaki gibi sadece görselden sözele olduğu görülmektedir.

Kontrol grubu öğrencilerinin gösterimler arası geçiş düzeylerinin ön ve son testte gösterim türlerine göre değişimine bakıldığında fazla bir değişim olmadığı, deney grubunda geçiş düzeylerindeki gösterim türlerinde değişiklik olduğu göze çarpmaktadır. Örneğin, deney grubunun yanlış kategorisindeki sözelden grafiğe geçiş soru türü son testte eksik kategorisinde yer alırken, boş kategorisindeki görselden diğer gösterim türlerine geçişlerin son testte sadece görselden sözele olarak değişmiştir. Öğretim öncesi ve sonrası boş kategorisinde yer alan gösterim türlerinin analizi, her iki grubun da görsel gösterimlerden diğer gösterim türlerine geçişlerde zorluk yaşadıklarını ortaya koymaktadır.

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma ile çoklu gösterimlerle zenginleştirilmiş öğretim etkinliklerinin öğrencilerin fotosentez konusunu öğrenmeleri üzerindeki etkilerinin neler olduğu sorusuna cevap aranması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda belirlenen üç alt problemten ilki çoklu gösterimlerle zenginleştirilmiş öğretim etkinliklerinin öğrencilerin farklı gösterim biçimlerini kullanma düzeylerine etkisinin ne olduğudur. Fotosentezle ilgili gösterimler arası geçiş testi (FGAGT) aracılığı ile toplanan veriler, kontrol (0,63) ve deney (0,72) grubunun ön testten aldıkları ortalama puanların birbirine yakın olduğunu ve istatistiksel açıdan iki grup arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir. Öğretim öncesi eşdeğer düzeyde olan grupların son testten aldıkları puanlar, kontrol (0,86) ve deney (1,38), her iki grubun öğretim sonrasında aldıkları ortalama puanlarda artış olduğunu göstermiştir. İstatistiksel analizler ise kontrol grubunun ön-son test sonuçları arasında anlamlı fark olmazken deney grubu sonuçları arasında anlamlı fark olduğunu göstermiştir. Bu durum farklı çalışmalarla da ortaya konulduğu gibi (Kohl vd., 2007; Sunyono vd., 2015; Widiastari & Redhana, 2021) çoklu gösterimlerin öğretimde kullanılmasının öğrencilerin performans artışlarına yol açtığını göstermektedir. Sunyono vd. (2015) atomun yapısı konusunda öğrencilerin kavramsal anlamalarına çoklu gösterimlere dayalı öğretimin etkisini araştırdıkları çalışmaları sonucunda çoklu gösterimlere dayalı öğretimin geleneksel öğretime göre kavramsal anlamada daha etkili olduğu sonucuna varmışlardır. Deney ve kontrol grubunun son testlerden aldıkları puanlara bakıldığında, her iki grubun son test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir. Bu durumun nedeni olarak çalışma kapsamındaki öğretim uygulamalarının 4 ders saati ile sınırlı olması ve anlamlı bir değişim için öğrencilerin çoklu gösterimlerle ilgili daha uzun süreli çalışmalar yürütülmesinin gerekli olduğu düşünülmektedir. Çünkü çoklu gösterimlerin öğrenmede kullanılmasıyla ilgili zorluklara bakıldığında, öğrencilerin öncelikle farklı gösterimlerin her birine ilişkin prensipleri ve işleyişini anlamaları (Kuo vd., 2017) ardından farklı gösterim çeşitlerini birbiriyle ilişkilendirmeleri ve farklı gösterimler arasında dönüşüm yapmaları gerekmektedir (Van der Meij & de Jong, 2006; Van der Meij, 2007). Bu becerilerin kazanılması için belirli bir sürecin olması gerektiği dikkate alındığında bir haftalık öğretim etkinliklerinin etkisinin bu düzeyde olması olumlu olarak değerlendirilebilir. Diğer bir etkenin kontrol grubundaki öğretimin de görsel ve grafik gibi farklı gösterim türlerini içermesi ve bu gruptaki öğrencilerin deney grubundakiler kadar olmasa da çoklu gösterimlerle etkileşim içinde olduğu gözlenmiştir. Deney grubu ön-son test sonuçları arasındaki anlamlı farkın bir diğer nedeninin de kontrol grubunda yürütülen öğretim etkinliklerinin gösterimler arası geçişleri kapsamayacak şekilde yüzeysel kalması ve kullanılan testin gösterimler arası geçişleri içermesi olduğu söylenebilir.

Çoklu gösterimleri kullanma ve gösterimler arası geçiş becerileri kavramsal anlamayla ve öğrenci başarısıyla yakından ilişkili olduğundan (Nieminen vd., 2017; Prain & Waldrup, 2006; Prain vd., 2009; Rosengrant vd., 2007; Treagust vd., 2003), her iki grubun son test puanlarında artış olmasına karşın, tüm geçiş türleri için yanlış ve boş seviyelerinde yer alan cevaplar

nedeniyle her iki gruptaki öğrencilerin fotosentez konusundaki öğrenmelerinin hedeflenen düzeyde olmadığını göstermektedir. Benzer şekilde Kuo vd. (2017) üniversite seviyesinde öğrencilerin optik konusundaki kavramsal anlamalarını araştırdıkları çalışma sonunda, öğrencilerin son testte kullandıkları gösterim çeşitlerinin sayısı artsa da, testten alınan düşük puanların öğrencilerin kavramı yeterince anlamadıklarını göstermiştir. Konunun öğrenenler tarafından kavramsal olarak öğrenildiği sonucuna varılabilmesi için öğrenenlerinin aynı bilgiyi içeren farklı gösterimleri birbirleriyle ilişkilendirmeleri ve gösterimler arası çeviri yapmaları beklenmektedir (Van der Meij & de Jong, 2006; Van der Meij, 2007).

Çoklu gösterimlerle zenginleştirilmiş öğretim etkinliklerinin öğrencilerin gösterimler arası geçiş düzeylerine etkisine yönelik bulgular deney grubu öğrencilerinin ön testte yer alan sorulara verdikleri cevapların özellikle bazı gösterim türleri arasındaki geçişlerde (tablo-grafik, tablo-görsel, görsel-grafik gibi) yanlış ve boş düzeylerinde iken, son testte eksik ve doğru düzeylerinde yer aldığını göstermiştir. Kontrol grubunda ise ön ve son testlerde doğru ve eksik düzeylerde yer alan cevaplarda çok az bir değişimin olduğu, doğru ve eksik düzeylerinde bazı gösterimler arası geçiş türlerinde (sözel-grafik, tablo-sözel, grafik-görsel, sözel tablo gibi) bir kaç cevabın yer aldığı, görsel-sözel, görsel-grafik ve görsel-tablo düzeylerinde ise hiç bir cevabın olmadığı belirlenmiştir. Bununla birlikte deney grubundaki öğrencilerin son testte boş ve yanlış düzeylerinde yer alan cevapları bir kavramı bir gösterim biçiminden bir diğerine rahatça çevirmenin birçok öğrenci için zor olduğunu göstermektedir (Adu-Gyamfi vd., 2017). Bu zorlukların üstesinden gelmek çoklu gösterimlerle öğrenmede öğrenenlerin her bir gösterime ilişkin prensipleri anlamasına, gösterim şeklini ve işleyişini öğrenmesine bağlı olduğundan (Kuo vd., 2017), Kozma (2003) öğrencilerin işbirlikçi, özgün, laboratuvar deneyleri gibi bağlamlarda çoklu ve birbiriyle ilişkili gösterimler kullanmalarının sağlanmasını önermektedir. Deney grubunun öğretimi sırasında gösterimler arası geçiş içeren sunumlar ve soru örneklerinin kullanılmasının öğrencilerinin gösterimler arası geçiş düzeylerinde değişim gerçekleşmesine neden olduğu söylenebilir. Örneğin, deney grubunun ön testte boş bıraktığı soruların görselden diğer gösterim türlerine geçiş ile ilgili olduğu ancak son testte sadece görselden sözele geçiş gerektiren sorularda öğrenci cevaplarının boş kategorisinde olduğu görülmüştür. Yine deney grubunun ön testte cevaplanmayan görselden grafiğe ve görselden tabloya geçiş sorularına verilen yanıtlar son testte eksik düzeyinde yer almıştır. Bu durum öğrencilerin ön testte yanıt vermedikleri gösterim türlerine ilişkin sorulara son testte doğruya yakın cevap verdiklerini göstermiştir. Ön testte yanlış düzeyindeki sözelden grafiğe geçiş sorularına verilen cevapların son testte eksik düzeyinde olmuştur. Deney grubu öğrencilerinin son testte en fazla doğru cevaplandıkları gösterimler arası geçişin tablodan görsele olduğu, ön testte bu geçiş türüne verilen cevapların boş kategorisinde olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla öğretim sonrasında ön testte boş ya da yanlış kategorisinde yer alan sorular son testte eksik ya da doğru kategorisinde yer alması öğretim etkinliklerinin bu gösterimler arası geçiş türlerinde öğrencilerin ilerleme kaydettikleri anlamına gelmektedir. Ancak tersi bir durum ilk testte doğru ve eksik kategorilerinde yer alan grafikten tabloya gibi geçiş sorularının son testte boş ve yanlış kategorilerine kaymasında görülmektedir. Genel olarak başarı puanında artış olmasına karşın gösterim türlerinin gösterimler arası geçiş düzeylerine göre dağılımındaki bu değişimler çoklu gösterimlerle öğrenmenin getirdiği zorluklara (Kuo vd., 2017; Van der Meij & de Jong, 2006; Van der Meij, 2007) işaret etmektedir. Nitekim çoklu gösterimlerin öğretime ve değerlendirmeye dâhil edilmesi çoklu gösterimlerin öğrenci bilgisinin artırılmasına katkı sağlasa da öğrencilerin tüm gösterim türlerini dâhil ederek sorulara cevap vermelerinin hala zor olduğu vurgulanmaktadır (Kuo vd., 2017). Kuo vd. (2017)'nin çalışmasında öğrencilerin son testte kullandıkları gösterim çeşitlerinde artış olmasına karşın genel olarak aldıkları düşük puanların öğrencilerin kavramsal anlama zorluklarına işaret ettiğini vurgulamıştır. Dolayısıyla bu çalışma da çoklu gösterimlerle öğretimin öğrencilerin öğrenmesine birçok açıdan katkı sağlasa da çoklu gösterimlerle öğrenmeyle ve öğretimle ilgili çeşitli zorlukların olduğunu göstermiştir. Alanda uzman olmayan yani derin bir alan bilgisine sahip olmayan bireylerin gösterimler arası

geçişlerde zorluk yaşamasının olağan olduğu vurgulanmaktadır (Adu-Gyamfi vd., 2017; Chang vd., 2021; Hmelo-Silver vd., 2007).

Gösterimler arası geçiş düzeylerinin gösterim türüne göre değişimine genel olarak bakıldığında deney ve kontrol grubunun ön ve son test kapsamındaki cevapları öğrencilerin en başarılı oldukları geçiş türünün grafikten tabloya olduğunu göstermektedir. Benzer bir sonuç 7. ve 8. sınıf seviyesindeki öğrencilerin tablo ve diğer gösterim türleri ile grafik ve diğer gösterim türleri arasındaki geçişlerde başarılı oldukları Kurnaz vd. (2015)'nin çalışmada göze çarpmaktadır. Yine Gürbüz ve Şahin (2015) öğrencilerin tabloya geçişte zorluk yaşamadıklarını ancak diğer gösterim türlerinden grafiğe geçişte problem yaşadıklarını ortaya koymuştur. Farklı bir sonuç ise Avunç (2018)'in çalışmasında göze çarpmakta ve öğretmen adaylarının en fazla tablodan grafiğe geçişte zorluk yaşadıklarını ortaya koymaktadır. Bu çalışma kapsamındaki öğrencilerin en fazla grafikten tabloya geçişlerde başarılı olmasında öğrencilerin tablo oluştururken grafikte yer alan verilerin hazır olarak yer almasının etkisinin olabileceği düşünülmektedir. Öğrenciler grafikten tabloya geçişlerde daha fazla doğru cevap verirken, tablodan grafiğe geçişlerden en fazla yanlış cevap vermesi dikkat çekicidir. Bu durum grafik gösterim türünün tablo gösterim türüne göre daha fazla ve öğrenciler için daha karmaşık gösterim özelliklerinin olduğuna işaret etmektedir. Dolayısıyla öğrencilerin için bir grafikte yer alan verilerin tablo haline getirilmesi, tablodaki verilerin grafikte gösterilmesinden daha kolay olabilmektedir. Öğrencilerin doğru kategorisindeki gösterim türleri grafikten tabloya iken, doğruya yakın olan yani yanlış içermeyen eksik kategorisindeki gösterimler arası geçiş türlerinin ağırlıklı olarak sözelden diğer gösterim türlerine geçiş olduğu görülmektedir. Benzer şekilde Kurnaz vd. (2015) öğrencilerin sözelden diğer gösterim türlerine veya diğer gösterim türlerinden sözele gösterim türüne geçişlerde başarılı olduklarını ortaya koymuştur.

Ön ve son test kapsamında boş bırakılan sorular öğrencilerin en fazla zorluk yaşadıkları gösterimler arası geçiş türleri hakkında bilgi vermektedir. Bu düzey öğrencilerin genel olarak görsel gösterimden diğer tüm gösterim türlerine ya da tersi geçişlerde zorluk yaşadıklarını göstermektedir. Kurnaz vd. (2015)'nin çalışmasında ise öğrenciler bu geçiş türlerinde başarılı olmuşlardır. Bu çalışmanın bulgularıyla benzer olarak Çelik ve Sağlam-Arslan (2012) öğretmen adaylarının en başarısız oldukları geçişin görsel gösterimden grafiğe olduğunu belirtmişlerdir. Aynı şekilde Avunç (2018)'un çalışmasında öğretmen adaylarının bütün geçiş çiftleri arasından en çok grafikten görsele ve görselden metne/sözele geçişte zorlandıkları belirtilmiştir. Benzer şekilde Bayri (2014) öğrencilerin resim/görselden diğer gösterim türlerine ve tersi geçişlerde başarılı olamadıklarını ifade etmiştir. Görsel gösterim türlerine geçişte yer alan yanlış cevaplar öğrencilerin sayısal değerlerin yer aldığı gösterim türleri arasında geçiş yapma becerilerinin sayısal değerlerin olmadığı görsel ve sözel alanlara göre daha gelişmiş olduğu şeklinde yorumlanabilir. Chi vd. (1982) ve Larkin (1983) alanında uzman olmayanların matematiği direkt kullanmaya daha eğilimli olduklarını vurgulamaktadır. Dimas vd. (2018) çalışmalarında öğrencilerin en fazla matematiksel ardından sözel ve en son grafik gösterim türlerinde başarılı olduğunu gösterirken, Gürbüz ve Şahin (2015) 8.sınıf öğrencilerinin sözel, tablo ve denklem gösterim türlerinden grafiğe geçişte zorlandıkları ortaya koymuştur. Çelik ve Sağlam-Arslan (2012) ise öğretmen adaylarının en başarısız oldukları geçişin şekilsel (görsel) gösterimden grafiğe olduğunu belirlemiştir. Ders kitaplarında ağırlıklı olarak kullanılan gösterimler resim ve fotoğraf gibi görsel gösterim türleri olmasına karşın (Bayri, 2014; Günay, 2022; Kurnaz vd. 2016), öğrencilerin görselden diğer gösterimler arası veya tersi geçişlerde yaşadıkları zorluklar öğretim materyallerinin sadece farklı gösterim türlerini değil, bunlar arası geçişleri de içermesi gerektiği anlamına gelmektedir.

Fotosentez konusuna ilişkin durumları farklı gösterim türleriyle ifade edebilme, öğrenmenin anlamlı şekilde gerçekleştiğinin göstergesi olduğundan (Even, 1998; Duval, 2002; Kurnaz, 2013) gösterimler arası geçişlerde başarısız öğrencilerin fotosentez konusundaki öğrenmelerinin yeterli olmadığı söylenebilir. Çalışma çoklu gösterimlere dayalı öğretim etkinliklerinin öğrencileri performansında artışa ve çoklu gösterim düzeylerinde değişime neden

olduğunu göstermekle birlikte, öğrencilerin başarılı ve başarısız oldukları gösterimler arası geçişler ve çoklu gösterimlerle öğrenmenin zorlukları ve gerekliliği hakkında da görüş sunmaktadır. Öğretimde ve değerlendirmede çoklu gösterimlerin kullanılmasının deney grubundaki etkisi nedeniyle ders kitaplarının gösterimler arası geçişleri dikkate alacak şekilde düzenlenmesi öğretmen ve öğrencilerin bu geçişleri daha fazla kullanmasına ve bu gösterimler arası geçiş becerilerinin artmasına katkı sağlayacaktır. Ders kitaplarına ek olarak özellikle ölçme değerlendirmede etkinliklerinde çoklu gösterimlerin kullanılması hem öğrencilerin kavramsal anlamalarını ve öğrenme zorluklarını ortaya çıkarmada hem de öğrencilerin çalışma şekillerini etkileyecektir.

TEŞEKKÜR

Araştırma süreci boyunca destek ve geri bildirimlerini esirgemeyen Prof.Dr. Ayşegül SAĞLAM ARSLAN'a teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- Abraham, M., R., Williamson, V., M. & Westbrook, S., L. (1994). A cross age study of the understanding of five chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(2), 147-165. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.3660310206>
- Adu-Gyamfi, K., Bossé, M. J., & Chandler, K. (2017). Student connections between algebraic and graphical polynomial representations in the context of a polynomial relation. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(5), 915-938. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9730-1>
- Ainsworth, S. (1999). The functions of multiple representations. *Computers & Education*, 33(2-3), 131-152. [https://doi.org/10.1016/S0360-1315\(99\)00029-9](https://doi.org/10.1016/S0360-1315(99)00029-9)
- Ainsworth, S. (2008). The educational value of multiple-representations when learning complex scientific concepts. In *Visualization: Theory and practice in Science Education* (pp. 191-208). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5267-5_9
- Avunç, F. (2018). *Maddenin halleri ve ısı konusuyla ilgili fen bilgisi öğretmen adaylarının gösterim türleri arasında geçiş yapabilme durumlarının incelenmesi*. [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Kastamonu Üniversitesi.
- Bacanak, A., Küçük, M., & Çepni, S. (2004). İlköğretim öğrencilerinin fotosentez ve solunum konularındaki kavram yanlışlarının belirlenmesi: Trabzon örnekleme. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 75-88.
- Balcı, A. (2010). *Sosyal bilimlerde araştırma. Yöntem, teknik ve ilkeler*. Ankara: Pegem Akademi.
- Bayri, N. G. (2014). *Sekizinci sınıf öğrencilerinin basınç konusuyla ilgili gösterim türleri arasında geçiş yapabilme durumlarının incelenmesi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi], Kastamonu Üniversitesi.
- Benedetič, N. (2018). David F. Treagust, Reinders Duit and Hans E. Fischer (Eds), Multiple Representations in Physics Education, Models and Modelling in Science Education (Volume 10), Cham: Springer, 2017; 322 pp.: ISBN 978-3-319-58912-1. *Center for Educational Policy Studies Journal*, 8(1), 205-209. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-58914-5>

- Chang, C. S., Sheu, J. P., & Lin, Y. J. (2021). On the theoretical gap of channel hopping sequences with maximum rendezvous diversity in the multichannel rendezvous problem. *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 29(4), 1620-1633. <https://doi.org/10.1109/TNET.2021.3067643>
- Chang, J. Y., Cheng, M. F., Lin, S. Y., & Lin, J. L. (2021). Exploring students' translation performance and use of intermediary representations among multiple representations: Example from torque and rotation. *Teaching and Teacher Education*, 97, 103-209.
- Chi, M.T.H., Glaser, R., & Rees, E. (1982). Expertise in problem solving. In R.J. Sternberg (Ed.), *Advances in The Psychology of Human Intelligence* (Vol. 1, 7-76). Hillsdale, NJ: Erlbaum. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2020.103209>
- Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20(1), 37-46. <https://doi.org/10.1177/001316446002000104>
- Çelik, D., & Sağlam-Arslan, A. (2012). Öğretmen adaylarının çoklu gösterimleri kullanma becerilerinin analizi. *İlköğretim Online*, 11(1), 239-250.
- Dimas, A., Suparmi, A., Sarwanto, & Nugraha, D. A. (2018). Analysis multiple representation skills of high school students on simple harmonic motion. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2014, No. 1, p. 1-9). AIP Publishing LLC. <https://doi.org/10.1063/1.5054535>
- Dolin, J. (2001). Representational forms in physics. In *Science education research in the knowledge-based society. Proceedings of the Third International Conference of the ESERA* (pp. 359-361).
- Dreher, A., & Kuntze, S. (2015). Teachers' professional knowledge and noticing: The case of multiple representations in the mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 88, 89-114. <https://doi.org/10.1007/s10649-014-9577-8>
- Duschl, R. A. (2007). Quality argumentation and epistemic criteria. In *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 159-175). Dordrecht: Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2>
- Duval R. (1993). Registres de Représentations sémiotiques et Fonctionnement cognitif de la Pensée. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 5, 37-65. <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2012v7n2p266>
- Duval, R. (2002). The cognitive analysis of problems of comprehension in the learning of mathematics. *Mediterranean Journal for Research in Mathematics Education*, 1(2), 1-16. <https://doi.org/10.1007/s10649-006-0400-z>
- Even, R. (1998). Factors involved in linking representations of functions. *The Journal of Mathematical Behavior*, 17(1), 105-121. [https://doi.org/10.1016/S0732-3123\(99\)80063-7](https://doi.org/10.1016/S0732-3123(99)80063-7)
- Günay K. (2022). *Fen bilimleri 5, 6, 7 ve 8. sınıf ders kitaplarının gösterim türleri ve gösterimler arası geçişler açısından incelenmesi*. [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Giresun Üniversitesi.
- Gürbüz, R., & Şahin, S. (2015). 8. sınıf öğrencilerinin çoklu temsiller arasındaki geçiş becerileri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(4), 1869-1888.
- Hammer, T. H., Saksvik, P. Ø., Nytrø, K., Torvatn, H., & Bayazit, M. (2004). Expanding the psychosocial work environment: workplace norms and work-family conflict as correlates

- of stress and health. *Journal of Occupational Health Psychology*, 9(1), 83-97. <https://doi.org/10.1037/1076-8998.9.1.83>
- Hmelo-Silver, C. E., Marathe, S., & Liu, L. (2007). Fish swim, rocks sit, and lungs breathe: Expert-novice understanding of complex systems. *Journal of the Learning Sciences*, 16(3), 307–331. <https://doi.org/10.1080/10508400701413401>
- Jayanti, P. (2019). Comparative study: Misconceptions on photosynthesis and respiration concepts from past to the present. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*, 9(1), 1750-1755. <https://doi.org/10.26740/jpps.v9n1.p1750-1755>
- Karal Eyüboğlu, I.S. (2019) *Değerlendirmede çoklu gösterimlerin kullanımı: Manyetik akı örneği*. IV Ulusal Fizik Eğitimi Kongresi. Trabzon.
- Kohl, P. B., Rosengrant, D., & Finkelstein, N. D. (2007). Strongly and weakly directed approaches to teaching multiple representation use in physics. *Physical Review Special Topics Physics Education Research*, 3(1), 010108. <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.3.010108>
- Kozma, R. (2003). The material features of multiple representations and their cognitive and social affordances for science understanding. *Learning and Instruction*, 13(2), 205-226. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(02\)00021-X](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(02)00021-X)
- 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.
- Kuo, Y. R., Won, M., Zadnik, M., Siddiqui, S., & Treagust, D. F. (2017). Learning optics with multiple representations: not as simple as expected. In *Multiple Representations in Physics Education* (pp. 123-138). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58914-5_6
- Kurnaz, M. A. (2013). Investigation of the student teachers' skills of transition between multiple representations about pressure. *Online Submission*, 5(1), 66-71. <https://doi.org/10.7813/2075-4124.2013/5-1/B.12>
- Kurnaz, M. A., Ezberci, E., & Bayri, N. G. (2015). İlköğretim öğrencilerinin madde ve ısı konusuna ilişkin gösterim türleri arasında geçiş yapabilme durumlarının incelenmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 1-25.
- Kurnaz, M. A., Çevik, E. E., & Bayri, N. G. (2016). Fen ve teknoloji ders kitaplarındaki gösterim türleri arası geçişlerin incelenmesi. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 5(3), 31-47.
- Larkin, J. H. (1983). The role of problem representation in physics. In D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental models* (pp. 75 – 98). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Landis, J. R., & Koch, G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33, 159-174. <https://doi.org/10.2307/2529310>
- Lin, Y. I., Son, J. Y., & Rudd, J. A. (2016). Asymmetric translation between multiple representations in chemistry. *International Journal of Science Education*, 38(4), 644-662. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1144945>

- Marmaroti, P., & Galanopoulou, D. (2006). Pupils' understanding of photosynthesis: A questionnaire for the simultaneous assessment of all aspects. *International Journal of Science Education*, 28(4), 383-403. <https://doi.org/10.1080/09500690500277805>
- McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2001). Research in education: A conceptual introduction, 5th Longman. New York. ed.,(1), 31-43.
- Mujis,D. (2004) *Doing quantative research in education with SPSS*. London: GBR,Sage Publications.
- Niebert, K., Marsch, S., & Treagust, D. F. (2012). Understanding needs embodiment: A theory-guided reanalysis of the role of metaphors and analogies in understanding science. *Science Education*, 96(5), 849-877. <https://doi.org/10.1002/sce.21026>
- Nieminen, P., Savinainen, A., & Viiri, J. (2017). Learning about forces using multiple representations. In *Multiple Representations in Physics Education* (pp. 163-182). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58914-5_8
- Opfermann, M., Schmeck, A., & Fischer, H. E. (2017). Multiple representations in physics and science education—why should we use them?. In *Multiple representations in physics education* (pp. 1-22). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58914-5_1
- Prain, V., & Waldrip, B. (2006). An exploratory study of teachers' and students' use of multi-modal representations of concepts in primary science. *International Journal of Science Education*, 28(15), 1843 – 1866. <https://doi.org/10.1080/09500690600718294>
- Prain, V., Tytler, R., & Peterson, S. (2009). Multiple representation in learning about evaporation. *International Journal of Science Education*, 31(6), 787-808. <https://doi.org/10.1080/09500690701824249>
- Rau, M. A., Aleven, V., & Rummel, N. (2015). Successful learning with multiple graphical representations and self-explanation prompts. *Journal of Educational Psychology*, 107(1), 30-46.
- Rau, M. A. (2017). Conditions for the effectiveness of multiple visual representations in enhancing STEM learning. *Educational Psychology Review*, 29, 717-761. <https://doi.org/10.1007/s10648-016-9365-3>
- Rosengrant, D., Etkina, E., & Van Heuvelen, A. (2007). An overview of recent research on multiple representations. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 883, No. 1, pp. 149-152). American Institute of Physics. <https://doi.org/10.1063/1.2508714>
- Schönborn, K. J., & Bögeholz, S. (2013). Experts' views on translation across multiple external representations in acquiring biological knowledge about ecology, genetics, and evolution. In *Multiple Representations in Biological Education* (pp. 111-128). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4192-8_7
- Sunyono, S., Leny, Y., & Muslimin, I. (2015). Supporting students in learning with multiple representation to improve student mental models on atomic structure concepts. *Science Education International*, 26(2), 104-125.
- Sunyono, S., & Meristin, A. (2018). The effect of multiple representation-based learning (mrl) to increase students' understanding of chemical bonding concepts. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(4), 399-406.

- Stavy, R., Eisen, Y., & Yaakobi, D. (1987). How students aged 13-15 understand photosynthesis. *International Journal of Science Education*, 9(1), 105-115. <https://doi.org/10.1080/0950069870090111>
- 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. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1018a>
- Treagust, D., Chittleborough, G., & Mamiala, T. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1353-1368. <https://doi.org/10.1080/0950069032000070306>
- Tsay, J. R., & Tso, T. Y. (2001). Cognitive characteristics of senior high school students in constructing multiple representations of ellipse. *Chinese Journal of Science Education*, 9(3), 281-297.
- Tsui, C. Y., & Treagust, D. F. (2013). Introduction to multiple representations: Their importance in biology and biological education. In *Multiple Representations in Biological Education* (pp. 3-18). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4192-8_1
- Tytler, R., Hubber, P., Prain, V., & Waldrup, B. (2013). A representation construction approach. In *Constructing Representations to Learn in Science* (pp. 31-50). Brill.
- Uslu, N., & Kocakulah, A. (2024). Çoklu gösterimlerle desteklenmiş öğretimin üniversite öğrencilerinin bazı duyuşsal değişkenleri üzerine etkisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 60, 1367-1393. <https://doi.org/10.53444/deubefd.1436962>
- Ürey, 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. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.7.4.813>
- Van Heuvelen, A., & Zou, X. (2001). Multiple representations of work-energy processes. *American Journal of Physics*, 69(2), 184-194. <https://doi.org/10.1119/1.1286662>
- Van der Meij, J., & de Jong, T. (2006). Supporting students' learning with multiple representations in a dynamic simulation-based learning environment. *Learning and Instruction*, 16(3), 199-212. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.007>
- Van der Meij, J. (2007). *Support for learning with multiple representations designing simulationbased learning environments*. [Doctoral thesis], Universiteit Twente, Netherlands.
- Van Meter, P., & Stepanik, N. (2020). Interventions to support learning from multiple external representations. In *Handbook of learning from multiple representations and perspectives* (pp. 76-91). Routledge.
- Yong, C. L., & Kee, C. N. Z. (2017). Utilizing concept cartoons to diagnose and remediate misconceptions related to photosynthesis among primary school students. In *Overcoming Students' Misconceptions in Science* (pp. 9-27). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-3437-4_2
- Widiastari, K., & Redhana, I. W. (2021, March). Multiple representation-based chemistry learning textbook of colloid topic. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1), 1-7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012185>

Wu, H. K., & Puntambekar, S. (2012). Pedagogical affordances of multiple external representations in scientific processes. *Journal of Science Education and Technology*, 21(6), 754-767. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9363-7>

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Multiple representations (MR) are thought to be effective instruments for conceptual understanding and the concretization of abstract ideas (Ainsworth, 2008; Tytler et al., 2013). The most important process in learning with MR is the transition between representations (Van der Meij, 2007). Since the ability to associate between representations is interpreted as an important indicator of conceptual understanding and student achievement (Prain et al, 2009; Rosengrant et al., 2007), this study aimed at examine what impact teaching activities enriched with MR have on students' learning of photosynthesis subject.

Methodology

In this study, the semi-quasi-experimental pattern is adopted. The photosynthesis-related transition between representations test (FGAGT), which consists of questions requiring transition between verbal, table, graphic, and visual representation types, is designed as a pre-test/post-test within the context of the control group study. FGAGT is used in experimental and control groups before and after the teaching, covering 4 lesson hours. A total of two 8th graders of a primary school located in Black Sea region are randomly determined, one as the experimental group and the other as the control group. The participants of the study consist of 21 students in total, the experimental group is 12 and the control group is 9.

Findings

The results has showed that the average scores of the both group from the pre-test are close to each other, and the statistical results also showed that there is no significant difference between the two groups. The last test showed that there is an increase in the average scores that both groups received after teaching. However, statistical analyses revealed that there is no significant difference between the pre-test results of the control group, while there is a significant difference between the experimental group results. Statistical analysis of the scores obtained from the final tests of the both groups shows that there is no significant difference between the post-test scores of both groups.

Findings related to the effect of teaching activities on students' levels of transition between representations revealed that while there is a change in the levels of transition between representations of experimental group students of teaching activities, there is little change in the control group except for the correct level.

The variation of the transition levels between representations according to the type of representations showed that the transition type that the both group students are most successful in the pre-and post-tests is from graph to table. The questions left blank showed that students have the most difficulty with are from visual representations to all other types of representations and vice versa.

Discussion and Conclusion

While the study shows that teaching based on MR affects the experimental group in terms of increase/change in the levels of using different types of representations, it showed that there is no significant difference between the control and experimental groups. As has been demonstrated by different studies (Sunyono et al., 2015; Widiastari & Redhana, 2021), this

study has also revealed the difficulties of learning with MR, while teaching with MR led to an increase in students' performance. Since students first need to understand the principles of each representation (Kuo et al., 2017), then associate different types of representations with each other, it can be considered as a positive development that the effects of conducting teaching activities in limited class hours are at this level. As a matter of fact, teaching activities have shown that they cause a change in the transition levels between representations of experimental group students.

Since being able to express the situations related to the subject with different display types is an indicator that learning takes place in a meaningful way (Even, 1998; Duval, 2002), it is seen that the students who are not successful in most of the transition types are not enough to learn about photosynthesis. It can be said that the use of a test that requires the ability to switch between different types of representations is effective in revealing this situation. To use MR more effectively in teaching, it is recommended that textbooks give more space to transitions between representations in both teaching and measurement and assessment activities.

Ek 1: Fotosentez ile ilgili Gösterimler Arası Geçiş Testi (FGAGT)

Sevgili Öğrenciler;

Bu çalışmada, Fen bilimleri öğretim programında yer alan enerji dönüşümleri ve çevre bilimleri ünitesi kapsamında fotosentez ve fotosentez hızına etkileyen faktörler kavramlarına yönelik bir konu alan bilgi testi geliştirilmiştir. 7 sorudan oluşan açık uçlu bu testi dikkatle okuyup cevaplandırmanız yapılacak çalışmaya katkı sağlayacaktır.

Katkılarımı için teşekkür ederim.

Adı/Soyadı:

Sınıfı:

Soru 1: Aşağıdaki Tablo 1’de araştırmacının kurduğu deney düzeneğinin değişkenleri, Tablo 2’de deney sonrasında elde edilen veriler yer almaktadır.

Tablo 1		
Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken	Kontrol edilen değişkenler
Fotosentez Hızı	Su miktarı	Fotosentez yapan bitki, toprak, saksı, sıcaklık, karbondioksit miktarı, ortam

Tablo 2	
Su Miktarı	Fotosentez Hızı
5 ml	x
10 ml	2x
15 ml	3x
20 ml	3x
30 ml	3x

- a) Yukarıdaki tablolara göre, araştırmacının oluşturduğu hipotez nedir? Deney sonucu hipotezini doğrulamış mıdır?

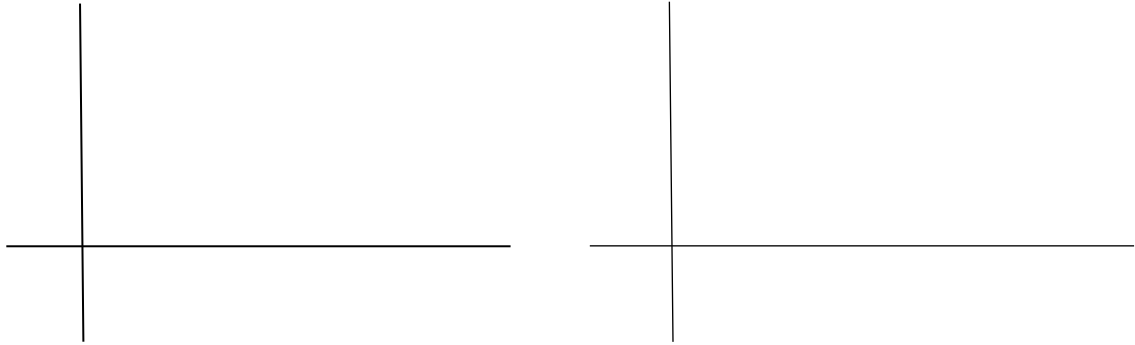
Soru 2: Aşağıdaki tabloda bir araştırmacının kurduğu 2 düzenekte bulunan veya bulunmayan öğeler gösterilmektedir.

Düzenek	Işık	Su	Canlı Kelebek	Fotosentez Yapabilen Bitki	Toprak	Saksı	Fanus
Düzenek 1	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var
Düzenek 2	Var	Yok	Var	Var	Var	Var	Var

Tabloya göre araştırmacının oluşturduğu düzeneklere göre;

- a) Her iki düzenek için ortamlarda üretilen oksijen miktarı – zamanı arasındaki ilişkiyi gösteren grafikleri çiziniz.

1. Düzenek oksijen miktarı – Zaman grafiği 2. Düzenek oksijen miktarı – Zaman grafiği;



- b) Kullanılan malzemeleri dikkate alarak iki düzeneğin de şeklini çiziniz.

Soru 3: Fotosentez yapan bitkiler üzerinde araştırma yapan bir araştırmacı özdeş üç bitkiyi; ışık, su ve karbondioksit miktarları eşit 3 odaya ayrı ayrı yerleştiriyor. 1. Odanın sıcaklığı 10 derece, 2. Odanın sıcaklığı 30 derece, 3. Odanın sıcaklığı 60 derecedir. Üç odada da kireçli su dolu kaplar bulunmaktadır. 1. Odadaki kireçli su bulanmış, 2. Odadaki kireçli su bulanmamış ve 3. Odadaki kireçli su çok bulanmıştır. (Kireçli su karbondioksiti çözer ve bulanır.). Buna göre;

- a) Araştırmacının yaptığı araştırmadaki bağımlı değişken, bağımsız değişken ve kontrol edilen değişkenleri tablo halinde gösteriniz.

Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken	Kontrol edilen değişkenler

Soru 4: Işığın fotosentez üzerindeki etkisini araştırmak isteyen bir araştırmacı, iki fanus içerisine özdeş bitki, özdeş kelebek ve kireçli su yerleştirmiştir. Fanustaki bitkilerin toprakları

nemli ve ortam sıcaklıkları da eşittir. Fanuslardan biri ışık alan, diğeri ışık almayan ortama yerleştirilmiştir. (Kireçli suyu karbondioksit bulandırmaktadır). Buna göre;

- a) Yukarıdaki bilgileri dikkate alarak Işıklı ortam – suyun bulanıklığı ve Işık olmayan ortam – Suyun bulanıklığı ilişkilerini gösteren grafikleri çiziniz.

Işıklı ortam – Suyun bulanıklığı grafiği

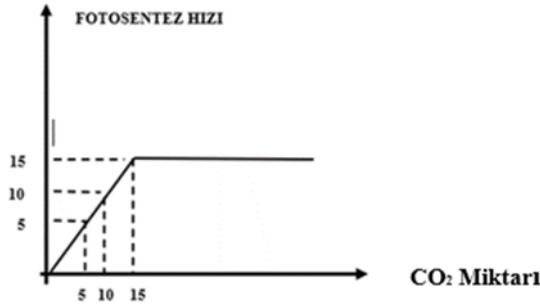


Işık olmayan ortam – Suyun bulanıklığı grafiği



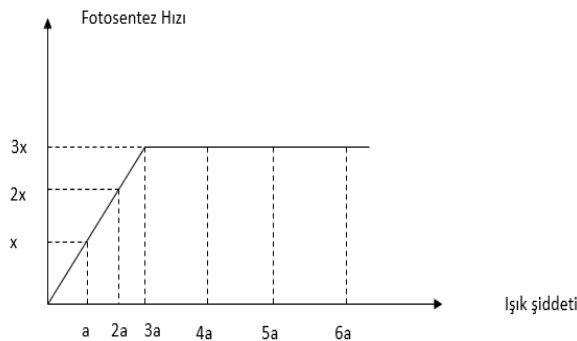
- b) Yukarıdaki araştırma kapsamında araştırmacının oluşturduğu deney düzeneklerini çiziniz. gösteriniz.

Soru 5: Aşağıda karbondioksit miktarının fotosentez için önemini gösteren grafik verilmiştir. B



- a) Grafikte yer alan verileri kullanarak bir tablo oluşturunuz.

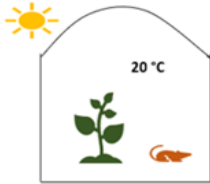
Soru 6: Işık şiddetinin fotosentez hızına etkisini araştırmak isteyen bir araştırmacı, özdeş 2 bitkiyi aynı özelliklerdeki fanuslara yerleştirerek farklı ışık şiddeti altındaki ortamlara yerleştiriyor. Bir süre sonra elde ettiği verileri kullanarak ışık şiddeti ve fotosentez hızı arasındaki ilişkiyi gösteren grafiği elde ediyor. Bu grafiğe göre;



- a) Işık şiddetinin fotosentez hızına nasıl etkisi vardır açıklayınız.

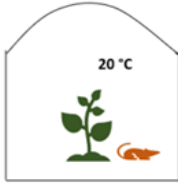
- b) Işık şiddetinin bitki boyuna uzama etkisini gösteren deney düzeneğini gösteren bir çizim yapınız.

Soru 7: Aşağıdaki düzeneklerdeki fanuslar içerisine özdeş saksı bitkileri konularak her bitkiye eşit miktarda su veriliyor. Buna göre; 1. Fanus için besin ve oksijen üretip üretmediklerini nedenleriyle birlikte açıklayınız? 2.fanus için üretilen besin-zaman grafiğini çiziniz.



a) Açıklama:

1. Fanus



b) Fanus üretilen Besin – Zaman grafiği;



2. Fanus

c) 1. ve 2. Fanusları birlikte gözlemlemek isteyen araştırmacı seçtiği düzeneklerle ilgili Bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişkenleri tablo şeklinde oluşturunuz.

	Bağımlı Değişken	Bağımsız değişken	Kontrol Edilen Değişken
1 ve 2			