



## FOTOSENTEZ KONUSUNDA ÖĞRENCİLERİN GRAFİKSEL BECERİLERİ VE KARŞILAŞTIKLARI GÜÇLÜKLER \*

Fatma COŞTU\*\*, Şaziye BELER\*\*\* Bayram COŞTU\*\*\*\*

### Özet

Bu çalışmanın temel amacı, ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin fotosentez konusundaki grafikleri çizme, okuma ve yorumlamada karşılaştıkları güçlükleri tespit etmektir. Araştırmanın örneklemini, toplam 76 ortaokul 8. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışmada veri toplama aracı olarak çoktan seçmeli 16 soru ve açık uçlu üç soru maddesinden oluşan bir test kullanılmıştır. Testten elde edilen hem nicel hem de nitel verilerle öğrencilerin grafik çizme, okuma ve yorumlama ile ilgili güçlüklerinin ve yanılgılarının olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin açık uçlu sorular kapsamında, grafik çizimlerinden literatürde daha önceden yeterince ifade edilmeyen birtakım grafik çizimleriyle ilgili yanılgılarının varlığı belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Fotosentez, grafik çizme, grafik okuma, grafik yorumlama

## STUDENTS' GRAPHIC SKILLS AND THEIR DIFFICULTIES ABOUT PHOTOSYNTHESIS TOPIC

### Abstract

The main purpose of this study was to reveal middle school 8th grade students' difficulties with the graph drawing, reading and interpreting about photosynthesis topic. Sample of the study comprises of 76 students at 8th grade in the middle school. A test consisting of 16 multiple-choices question items and three open-ended question items were used to collect data. The quantitative and qualitative data obtained from the test revealed that the students had difficulty and misconceptions with drawing, reading and interpreting of graphs. From the students' drawings of graphs related to the open-ended test items, it was also determined that there were a few misconceptions about graph drawings.

**Key Words:** Photosynthesis, graph drawing, graph reading, graph interpretation

\* Bu araştırma üçüncü yazar danışmanlığındaki ikinci yazarın yüksek lisans tezinden uyarlanmıştır.

\*\* Öğretmen, MEB, İstanbul, Türkiye, [fatmacostu@gmail.com](mailto:fatmacostu@gmail.com)

\*\*\* Öğretmen, MEB, İstanbul, Türkiye, [saziyebeles@gmail.com](mailto:saziyebeles@gmail.com)

\*\*\*\* Prof. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, [bayramcostu@gmail.com](mailto:bayramcostu@gmail.com)

## GİRİŞ

Bilginin büyük bir hızla arttığı günümüzde bilim insanları elde ettikleri çok sayıda veriyi daha kısa sürede sunabilmek, daha etkili ve anlaşılır kılabilmek için görsel temsiller kullanmaktadırlar (tablo, diyagram vb...). Grafikler bu gösterimlerden en önemli olanlarından biridir (Pereira-Mendoza ve Mellor, 1990; Beichener, 1994, Caldwell, 1997; Phillips, 1997; Bowen ve vd., 1999; Taşar ve vd., 2002; Temiz ve Tan 2009). Grafik oluşturma ve yorumlama becerileri, bilimsel okur-yazar olan bireylerin yetişmesinde oldukça önemlidir (Ateş ve Stevens, 2003). İlgili literatürde, öğrencilerin grafiklerle ilgili sıkıntılarının etkin biçimde ortaya konulmasının öğrencilerin grafik okuma ve yorumlama becerilerinin geliştirilmesinde büyük katkılar sağlayacağı belirtilmektedir (Blanton, Hollar ve Coulumbe, 1996; Taşar, İnceç ve Güneş, 2002). Bundan dolayı, öğrencilerin grafiklerle ilgili karşılaştıkları sıkıntılarının ortaya çıkartılması gerekmektedir. Bireylerin ya da daha özel söylemek gerekirse öğrencilerin, herhangi bir konuda bilgi edinebilmeleri, fikir sahibi olabilmeleri, olayları yorumlayabilmeleri, geleceğe yönelik tahminlerde bulunabilmeleri ya da tercihlerde bulunabilmeleri için grafikleri doğru biçimde okuyup yorumlamaları gerekmektedir (Bowen ve vd., 2005, Beichner, 1996). Dunham ve Osborne (1991), öğrencilerin grafikleri nasıl yorumlayacaklarını öğrenmeleri gerektiğini savunur. Ancak yapılan araştırmalar her düzeyden bireyde grafik okuma ve anlamlandırma ile ilgili güçlüklerin bulunduğunu göstermektedir. Uluslararası literatürde konuyla ilgili çok sayıda çalışma (Pereira-Mendoza ve Mellor, 1990; Dunham ve Osborne, 1991; Beichner, 1994; Blanton, Hollar ve Coulumbe, 1996; Caldwell, 1997; Phillips, 1997; Lenton, Stevens ve Illes, 2000; Windjaja ve Heck, 2003; Ateş ve Stevens, 2003; Foster, 2004; Körner, 2005; Bowen ve Roth, 2005; Erbilgin, Hurdal ve Fenandez, 2006; Vogel, Girwidz ve Engel, 2007; Lowrie ve Diezmann, 2007; Dori ve Sason, 2008; Potgieter, Harding ve Engelbrecht, 2008) bulunmasına rağmen, ülkemizde bu konuyla ilgili yeterli düzeyde (örneğin, Taşar, İnceç ve Güneş, 2002; Türkdoğan, 2006; Temiz ve Tan, 2009; Coştu, 2017) olabilecek çalışmalara rastlanılmamıştır. Yapılan çalışmalar ise çoğunlukla, örneklem olarak lise ve üstü seviyedeki öğrencilerinden oluşmaktadır. Bu çalışmaların sonuçları, öğrencilerin lise öncesi eğitimlerinde grafiklerle ilgili becerileri etkili biçimde kazanmadıkları sonucunu ortaya koymaktadır. Ülkemizde eğitimin daha erken aşamalarında, belkide öğrencilerin grafiklerle karşılaştıkları ilk yıllardan başlayarak bu becerilerin ne ölçüde kazanıldığıyla ilgili veri toplanmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Ayrıca, yurt dışında yapılan çalışmalarda ise, çoğunlukla fizik (örneğin, Beichner, 1994, 1996; Taşar, İnceç ve Güneş, 2002; Windjaja ve Heck, 2003; Foster, 2004) ve kimya (örneğin, Coştu, 2007; Potgieter, Harding ve Engelbrecht, 2008; Dori ve Sason, 2008; Coştu, 2017) konularıyla ilgili grafiklerin anlaşılabilirlikleri üzerinde

durulmuş, biyoloji konularıyla ilgili çalışmalara ise sınırlı düzeyde yer vermiştir (örneğin, Bowen, Roth ve McGinn, 1999). Yine konuyla ilgili yapılan çalışmaların büyük bir kısmı, lise çağında ve daha büyük yaşlardaki öğrencilerin grafik yorumlama becerilerindeki yetersizliğe odaklanılmıştır (Phillips, 1997). Literatürdeki mevcut çalışmalar bir sonraki bölümde ayrıntılı olarak irdelenerek burada sunulan çalışmanın gerekçeleri daha da güçlendirilmeye çalışılmıştır.

Grafiksel becerilerle ilgili gerek ulusal ve gerekse uluslararası literatürde yapılmış çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Bu araştırmaların bazıları yapılmamaçları dikkate alınarak Tablo 1’deki gibi özetlenmiştir.

Tablo 1. Grafiksel beceriler ile ilgili literatürde yapılan araştırmalar ve yapılmamaçları

Araştırmalar	Amaçlar
Lenton, Stevens ve İlles (2000)	Öğrencilerin grafiksel beceri düzeylerini belirlemeyi amaçlamışlardır.
Körner (2005)	Hiyerarşik grafiklerin anlaşılabilmesi için gerekli olan kavramları ve bu grafik türüyle ilgili görülen kavram yanlışlarını belirlemeyi amaçlamıştır
Taşar, İngeç ve Güneş (2002)	Üniversite seviyesindeki öğrencilere fizik derslerinde gerekli olan grafik çizme ve anlama becerilerini tespit etmeyi ve öğrencilerin bu becerilere sahip olma düzeylerini ölçmeyi amaçlamışlardır
Widjaja ve Heck (2003)	Etkili Matematik Eğitimi (REM) yaklaşımına dayanan bilgisayar destekli laboratuvar etkinlikleri kullanılarak öğrencilerin kinematik grafikleriyle ilgili becerilerinin artırılıp artırılmayacağını incelemişlerdir
Dori ve Sasson (2008)	Bilgisayar destekli durum çalışmalarına yer verdikleri bir öğrenme ortamı (CCL) hazırlayarak bu ortamın, öğrencilerin kimya bilgilerini grafiklerle ve metinlerle iki yönlü olarak ifade etme becerilerine etkisini araştırmışlardır
Beichner (1994)	Kinematik grafiklerini yorumlamayla ilgili problemlerini açığa çıkarmayı ve onların kinematik grafikleriyle ilgili beceri düzeylerini ölçmede kullanılacak araştırma temelli, geçerli, güvenilir bir ölçme aracı geliştirmeyi amaçlayan bir çalışma yapmıştır
Foster (2004)	Batı Avustralya’da 1994–2001 yılları arasında yapılan 3. Düzey Fizik Giriş Sınavlarında sorulan 194 sorudan, grafik içeren ya da çözümü grafik çizmeyi gerektiren 32 soruyu, öğrenci performansları ve yanlışları bakımından incelemiştir
Vogel, Girdwidz ve Engel (2007)	Bazı bilgisayar programlarını kullanarak, fonksiyonlar konusunun grafikleriyle ilgili zihinsel operasyonların sergilenmesini sağlayan bir çalışma yapmışlardır.
Bowen ve Roth (2005)	Hizmet öncesi fen ve matematik öğretmen adaylarının veri ve grafik yorumlama becerilerini öğrencilerine kazandıracak yeterlilikte olup olmadıklarını tespit etmek amacıyla bir çalışma

	yapmışlardır
Potgieter, Harding ve Engelbreth (2008)	Matematik ve Kimya dersleri arasındaki bilgi transferlerini incelemiştir.
Lowrie ve Diezmann (2007)	İlkokul öğrencilerinin, sütun ve çizgi grafikleriyle ilgili becerilerinin gelişimini gözlemeyi amaçlayan ve dört yıl süren bir çalışma yapmışlardır
Beichner (1996)	Video destekli analizlerin, öğrencilerin kinematik grafiklerini yorumlama becerilerine etkisini inceleyen bir çalışma yapmıştır
Pereira-Mendoza ve Mellor (1990)	Dördüncü ve altıncı sınıf öğrencilerinin sütun grafiklerle ifade edilen bilgileri kavramaları üzerine bir çalışma yapmışlardır
Philips (1997)	İlkokul çağında bulunan öğrencilerin grafiksel becerilerini artırmaya yönelik bilgisayar destekli etkinlikler oluşturmuş ve etkililiklerini test etmiş olan yayımlanmış araştırmaları incelemiştir
Erbilgin, Hurdal ve Fernandez (2006)	Katılımcılarının iki değişken arasındaki ilişkileri ve bu değişkenler arasındaki ilişkilerin değişkenlerin grafiğindeki yansımalarını ne ölçüde kavrayabildiklerini araştırmışlardır.
Blanton, Hollar ve Coulumbe (1996)	Dinamik bir canlı popülasyonu ile ilgili öğrenciler tarafından oluşturulan grafikleri incelemek suretiyle onların grafiklerle ilgili anlamalarını tespit etmeyi amaçlamışlardır.
Ateş ve Stevens (2003)	Farklı gelişim düzeylerindeki onuncu sınıf öğrencilerine çizgi grafiklerin öğretilmesine iki farklı yöntemin etkisini araştırmışlardır.

Tablo 1’de görüldüğü üzere, gerek ulusal ve gerekse uluslararası literatürde grafiksel becerilere yönelik çok farklı amaçlarla araştırmalar yürütülmüştür. Bu araştırmalar, farklı grafiksel türlerle ilgili olmanın yanı sıra, fen bilimleri başta olmak üzere tüm disiplinleri kapsayan geniş bir perspektiften ele alınmıştır. Yapılan çalışmaların bir kısmı öğrencilerin grafikleri yorumlama becerilerini ölçmeye ve karşılaştıkları problemleri açığa çıkarmaya odaklanırken, bir kısmı da öğrencilerin grafiklerle ilgili becerilerini geliştirecek eğitim ortamları ve materyaller hazırlayıp bunların etkililiklerini araştırmıştır. Bu çalışmaların grafiksel beceriler açısından öğrencilerin yaşadıkları problemler ayrıntılı bir şekilde araştırıldığında ise, Tablo 2’deki veriler elde edilmiştir

Tablo 2. Literatür taraması sonunda belirlenen öğrencilerin grafiksel becerilere ilişkin karşılaştıkları problemler

Grafik Okuma, Çizme ve Yorumlamada Karşılaşılan Problemler		Araştırmalar
1.	Grafiklerin resim olarak algılanması yanlılığı (grafiğin, durumun gerçek bir resmi olduğunun düşünülmesi)	Beicher (1994), Beicher (1996), Windjaja ve Heck (2003), Phillips (1997), Blanton, Hollar ve Coulumbe (1996), Foster (2004)
2.	Grafiğin her zaman orijinden ((0,0) noktasından) başlaması gerektiği yanlılığı	Blanton, Hollar ve Coulumbe (1996)
3.	Grafik eğrisinin eğimini ve bir noktanın	Beicher (1994), Windjaja ve Heck (2003),

	yüksekliğinin anlamlarını göz ardı etmek (yükseklik eğim karmaşası)	Phillips (1997),
4.	Grafikte bulunmayan değeri kestirememesi (grafikte yer almayan veri değerinin kestirilememesi)	Pereira-Mendoza ve Mellor (1990)
5.	Aralık nokta karışıklığı (grafikte yer alan noktaların ve noktalar arasında yer alan aralıklarda, grafik eğrisinin aldığı şeklin ifade ettiği anlamların karıştırılması)	Windjaja ve Heck (2003)
6.	Veri karışıklığı (grafiği oluşturan veri çiftleri arasındaki ilişkinin görülememesi)	Windjaja ve Heck (2003), Phillips (1997),
7.	Grafikteki iki değişken arasındaki ilişkinin yanlış yorumlanması	Phillips (1997)
8.	Verileri grafikleştirirken uygun olmayan grafik türünü seçme	Erbilgin, Hurdal ve Fenandez (2006)
9.	Ölçeklendirme hatası (grafikteki eksenlerin ölçeklendirilememesi ya da yanlış ölçeklendirilmesi)	Erbilgin, Hurdal ve Fenandez (2006)
10.	Grafik eğrisinin altında kalan alanın anlamının yorumlanamaması	Beicher (1994)
11.	Grafiklerde orijinden ((0,0) noktası) geçmeyen çizgilerin eğiminin bulunamaması	Beicher (1994)
12.	Grafik eğrisinin şeklinin doğrusal ya da eğimli oluşunun yorumlanamaması	Phillips (1997)

Grafiksel beceriler ile ilgili araştırmalara ek olarak, burada sunulan araştırmanın içerdiği fotosentez konusu ile ilgili de ilgili literatürde çok sayıda araştırmanın (örneğin, Köse, Ayas ve Taş, 2003; Tekkaya ve Balcı, 2003; Tekkaya, Çapa ve Yılmaz, 2000; Yürük ve Çakır, 2000; Crane ve Winterbottom, 2008; Mutlu ve Özel, 2008; Vartak, 2006; Türkmen, Dikmenli ve Çardak, 2003; Eldridge, 2004; Ross, Tronson ve Ritchie, 2005, Adcock, 2003) varlığı göze çarpmaktadır. Fotosentez konusuyla ilgili çalışmalarda, kavram yanlışları çoğunlukla irdelenmiş, konunun öğretimine yönelik etkinlikler geliştirilerek etkileri test edilmiş, farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin konunun öğretimine etkisi araştırılmış veya konuyla ilgili kitap incelemesi yapılmıştır. Ayrıca, yapılan çalışmalar genel olarak irdelendiğinde, çalışmaların çoğunda lise ve üniversite öğrencileriyle çalışıldığı da rahatlıkla görülebilmektedir. Buradan hareketle, fotosentez konusunda yer alan grafiklerle ilgili olarak, öğrencilerin karşılaştıkları problem ve güçlüklerin belirlenmesine yönelik çalışmaların sınırlı ya da olmadığı söylenebilir. Ayrıca, fotosentez konusuyla ilgili yapılan çalışmalarda üniversite düzeyindeki öğrencilerin örneklem olarak seçildiği sınırlı sayıda çalışma olduğu söylenebilir. Bu iki gerekçeden yola çıkarak mevcut bu çalışma tasarlanmış ve belirtilen iki durum araştırma sürecinde dikkate alınmıştır.

Tüm bu araştırmaların ayrıntılı incelenmesi sonucunda, ortaokul düzeyindeki öğrencilerin fotosentez konusu ile ilgili grafikleri okuma ve yorumlamada karşılaştıkları güçlüklerin belirlenmesine yönelik bir araştırmaya ihtiyaç duyulduğu açıkça ifade edilebilir. Bu ihtiyaçtan yola çıkarak, ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin fotosentez konusundaki grafikleri çizme, okuma ve yorumlamada karşılaştıkları güçlüklerin neler olduğu problemi bu çalışmanın temel problemini oluşturmaktadır.

## YÖNTEM

Bu çalışmada, betimsel tarama modellerinden biri örnek olay tarama yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem kapsamında veri toplama aracı olarak 16 adet çoktan seçmeli ve 3 adet açık uçlu olmak üzere toplam 19 maddeden oluşan bir test kullanılmıştır (Belcer, 2009). İlgili literatürde gerek grafiksel becerileri konu alan çalışmalarda ve gerekse fotosentezi konu alan çalışmalarda veri toplamak amacıyla sıklıkla çoktan seçmeli soruların yer aldığı testlerin kullanıldığı görülmektedir (Yürük ve Çakır, 2000; Taşar, İngeç ve Güneş, 2002; Körner, 2005; Coştu, 2007; Lowrie ve Diezmann, 2007; Potgieter, Harding ve Engelbrecht, 2008). Bu çalışmada kullanılan testte 16 çoktan seçmeli soru yer almaktadır. Bu çoktan seçmeli sorulardan 12'sinin çözümü için hem fotosentez konusuyla ilgili kavramların bilgisi hem de grafik okuma ve yorumlama becerileri gerekirken dört sorunun çözümü içinse sadece grafik okuma ve yorumlama becerileri gerekmektedir. Lenton vd. (2000) de yaptıkları çalışmada veri toplama araçlarında farklı konularla ilgili olan, ancak çözümleri için sadece grafik okuma ve yorumlama becerilerinin gerektiği grafiksel sorulara yer vermişlerdir. Çözümü için fotosentez konusuyla ilgili kavramların bilgisine ihtiyaç duyulmayan ve sadece grafiksel beceriler ile çözülebilen bu dört sorunun öğrencilerin grafiklerle ilgili güçlüklerini ortaya koymakta yarar sağlayacağı düşünülmektedir. Geliştirilen testte yer alan üç açık uçlu sorudan ikisinde (10. ve 18. Sorular) öğrencilere fotosentez konusu ile ilgili senaryolar açıklayıcı resimlerle birlikte verilmiş ve bu senaryolara uygun grafikleri oluşturmaları istenmiştir. Senaryoya uygun grafiğin çizdirilmesi literatürdeki bazı araştırmacıların konuyla ilgili veri toplamak amacıyla başvurdukları yöntemlerden biri olmuştur (Örneğin; Blanton, Hollar ve Coulumbe, 1996; Bowen ve Roth, 2005; Erbilgin, Hurdal ve Fenandez, 2006; Dori ve Sason, 2008). Açık uçlu sorulardan birinde (19.soru) ise, tablo ile sunulan verilerin grafiğinin oluşturulması istenmiştir. Yine bu soru türü de konuyla ilgili çalışma yapan araştırmacılar tarafından kullanılan bir soru türüdür (Lenton vd., 2000; Türkdöğün, 2006; Temiz ve Tan, 2009). Çalışmada kullanılan test Ek1'de verilmiştir.

Testin son şekli verilmeden önce testin 41 öğrenci üzerinde pilot çalışması yapılmıştır. Pilot çalışmada kullanılan testte 25 soru maddesi bulunmaktaydı. Test bu haliyle madde analizine tabii tutulmuş ve güvenilirliği Cronbach alfa güvenilirlik sabiti 0.597 olarak hesaplanmıştır. Pilot çalışmadaki veriler dikkate alınarak bazı soruların çıkartılmasına karar verilmiş ve yukarıdaki paragrafta açıklanan toplam 19 soru maddesi olarak bu çalışmada kullanılmıştır. Son hali verilen bu testin güvenilirliği için Cronbach alfa değeri 0.728 olarak hesaplanmıştır. Pilot çalışmada kullanılan testin güvenilirlik sabiti değerinin 0.597 değerinden asıl çalışmada 0.728 değerine yükselmesi testin güvenilir bir test olduğunu göstermektedir. Çalışmada veri toplama aracı olarak hazırlanan bu test,30'u erkek 46'sı kız olmak üzere toplam 76 öğrenci oluşturmaktadır. Örnekleimde yer alan öğrencilerin tamamı ortaokul 8.sınıf öğrencisidir.

Testin analizi yapılırken çoktan seçmeli ve açık uçlu sorularda farklı yollar izlenmiştir. Çoktan seçmeli sorular;“Doğru (D)” cevap için 5 puan, “Yanlış (Y)” ve “Boş (B)” cevaplar için 0 puan verilerek değerlendirilmiştir. Öğrencilerin çoktan seçmeli sorulardan aldıkları puanlar istatistiksel hesaplar kullanılarak 18–37, 38–57, 58–77 ve 78–97 olmak üzere 4puan aralığına ayrılmış ve her bir puan aralığının o puan aralığında puan almış olan öğrencilerin frekansları ve yüzdeleri hesaplanmıştır. Testin açık uçlu her bir sorunun puan değeri de çoktan seçmeli sorularda olduğu gibi 5 puandır. Açık uçlu sorular kapsamında öğrencilerin çizdikleri grafikler, Temiz ve Tan (2009) tarafından önceden belirlenen kriterler soru maddelerinin içeriği dikkate alınarak revize edilerek bu çalışmada kullanılmıştır.

## BULGULAR

Çalışma kapsamında kullanılan testin çoktan seçmeli sorularına öğrencilerin verdikleri cevapların puanlanması neticesinde, en düşük puanın 15 en yüksek puanın ise 80 olduğu görülmüştür. Öğrencilerin çoktan seçmeli sorulardan aldıkları puanlar 4 puan aralığına ayrılmış ve bu puan aralıklarında yer alan öğrencilerin frekansları ve yüzdeleri Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Testin çoktan seçmeli sorularından alınan puan aralıkları ve yüzdeleri

Puan Aralıkları	Öğrenciler	%
0-20	Ö17, Ö33, Ö44, Ö46, Ö51,	6
21-40	Ö3, Ö6, Ö8, Ö18, Ö20, Ö22, Ö23, Ö24, Ö29, Ö31, Ö34, Ö40, Ö41, Ö48, Ö50, Ö53, Ö54, Ö59, Ö61, Ö62, Ö63, Ö66, Ö68, Ö75, Ö76	33
41-60	Ö1, Ö2, Ö4, Ö5, Ö12, Ö13, Ö16, Ö25, Ö26, Ö27, Ö28, Ö30, Ö32, Ö35, Ö36, Ö37, Ö42, Ö43, Ö45, Ö47, Ö49, Ö52, Ö55, Ö57, Ö64, Ö65, Ö67, Ö69, Ö70, Ö71, Ö74	41
61-80	Ö7, Ö9, Ö10, Ö11, Ö14, Ö15, Ö19, Ö21, Ö38, Ö39, Ö56, Ö58, Ö60, Ö72, Ö73	20

Testin çoktan seçmeli her bir sorunun doğru ya da yanlış cevaplanma durumları ile boş bırakılma durumları ayrı ayrı analiz edilmiş ve elde edilen veriler Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Testin çoktan seçmeli her bir sorusuna verilen cevapların frekans ve yüzdeler

Soru No	KATEGORİLER					
	Doğru		Yanlış		Boş	
	f	%	f	%	f	%
1	50	66	26	34	-	-
2	30	39	44	58	2	3
3	50	66	25	33	1	1
4	32	42	42	55	2	3
5	33	44	42	55	1	1
6	47	62	27	35	2	3
7	60	79	16	21	-	-
8	48	63	22	29	6	8
9	39	51	36	48	1	1
11	50	66	26	34	0	0
12	55	72	21	28	0	0
13	53	70	22	29	1	1
14	23	30	45	59	8	11
15	52	69	23	30	1	1
16	44	58	26	34	6	8
17	53	70	21	27	2	3

Testte çoktan seçmeli soru maddelerine ek olarak, üç açık uçlu soru (10., 18., ve 19. sorular) da yer almaktadır. Bu sorulardan biri olan 10. soru maddesinde, öğrenciler tarafından çizilen grafiklerin değerlendirilmesi ile elde edilen bulgular Tablo 5'de sunulmuştur.

Tablo 5. Testin 10. maddesi için öğrencilerin çizdikleri grafiklerin değerlendirilmesi

Kriter	Kategori*	Öğrenciler	f	%
Grafik Eksenlerinin İsimlendirilmesi	D	Ö1, Ö2, Ö3, Ö7, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö16, Ö18, Ö20, Ö21, Ö27, Ö28, Ö29, Ö30, Ö31, Ö37, Ö38, Ö40, Ö42, Ö43, Ö44, Ö45, Ö49, Ö51, Ö52, Ö55, Ö56, Ö57, Ö58, Ö59, Ö60, Ö61, Ö62, Ö64, Ö67, Ö69, Ö70, Ö71, Ö72, Ö73, Ö74	43	57
	KD	Ö4, Ö5, Ö15, Ö23, Ö25, Ö26, Ö32, Ö33, Ö39, Ö41, Ö48, Ö50, Ö65, Ö68	14	18
	Y	Ö13, Ö19, Ö22, Ö24, Ö46, Ö63, Ö66, Ö75, Ö76	9	12
	B	Ö6, Ö8, Ö14, Ö17, Ö34, Ö35, Ö36, Ö47, Ö53, Ö54	10	13
Grafik Eksenlerinin	D	Ö25, Ö38, Ö39, Ö42, Ö43, Ö55, Ö56, Ö61, Ö62, Ö65, Ö69, Ö71, Ö72, Ö73, Ö74	15	20
	KD	Ö11	1	1



Eksenlerdeki Büyükklüklere Uygun Birimlerin Yazılması	Y	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö7, Ö9, Ö10, Ö12, Ö13, Ö15, Ö16, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24, Ö26, Ö27, Ö28, Ö29, Ö30, Ö31, Ö32, Ö33, Ö37, Ö40, Ö41, Ö44, Ö45, Ö46, Ö48, Ö49, Ö50, Ö51, Ö52, Ö57, Ö58, Ö59, Ö60, Ö63, Ö64, Ö66, Ö67, Ö68, Ö70, Ö75, Ö76	50	66
	B	Ö6, Ö8, Ö14, Ö17, Ö34, Ö35, Ö36, Ö47, Ö53, Ö54	10	13
	D	Ö72	1	1
	KD	Ö1	1	1
Grafik Eğrisinin Doğru Yerden Başlatılması	Y	Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö7, Ö9, Ö10, Ö12, Ö13, Ö15, Ö16, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24, Ö25, Ö26, Ö27, Ö28, Ö29, Ö30, Ö31, Ö32, Ö33, Ö37, Ö38, Ö39, Ö40, Ö41, Ö42, Ö43, Ö44, Ö45, Ö46, Ö48, Ö49, Ö50, Ö51, Ö52, Ö55, Ö56, Ö57, Ö58, Ö59, Ö60, Ö61, Ö62, Ö63, Ö64, Ö65, Ö66, Ö67, Ö68, Ö69, Ö70, Ö71, Ö72, Ö73, Ö74, Ö75, Ö76	64	85
	B	Ö6, Ö8, Ö14, Ö17, Ö34, Ö35, Ö36, Ö47, Ö53, Ö54	10	13
	D	Ö1, Ö2, Ö3, Ö5, Ö7, Ö10, Ö11, Ö16, Ö21, Ö22, Ö25, Ö26, Ö27, Ö28, Ö30, Ö32, Ö37, Ö38, Ö39, Ö42, Ö43, Ö45, Ö49, Ö50, Ö51, Ö52, Ö57, Ö58, Ö59, Ö62, Ö65, Ö68, Ö70, Ö71, Ö72, Ö73, Ö74	37	49
	Y	Ö4, Ö9, Ö12, Ö13, Ö15, Ö18, Ö19, Ö20, Ö23, Ö24, Ö29, Ö31, Ö33, Ö40, Ö41, Ö44, Ö46, Ö48, Ö55, Ö56, Ö60, Ö61, Ö63, Ö64, Ö66, Ö67, Ö69, Ö75, Ö76	29	38
Grafik Eğrisinin Uygun Biçimde Devam Ettirilmesi	B	Ö6, Ö8, Ö14, Ö17, Ö34, Ö35, Ö36, Ö47, Ö53, Ö54	10	13
	D	Ö1, Ö4, Ö25, Ö39, Ö43, Ö49	6	8
	KD	Ö5, Ö72, Ö74	3	4
	Y	Ö2, Ö3, Ö7, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö15, Ö16, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23, Ö26, Ö26, Ö27, Ö28, Ö29, Ö30, Ö31, Ö32, Ö33, Ö37, Ö38, Ö40, Ö41, Ö42, Ö44, Ö45, Ö46, Ö48, Ö50, Ö51, Ö52, Ö55, Ö56, Ö57, Ö58, Ö59, Ö60, Ö61, Ö62, Ö63, Ö64, Ö65, Ö66, Ö67, Ö68, Ö69, Ö70, Ö71, Ö73, Ö75, Ö76	57	75
B	Ö6, Ö8, Ö14, Ö17, Ö34, Ö35, Ö36, Ö47, Ö53, Ö54	10	13	

\*D: Doğru, KD: Kısmen Doğru, Y: Yanlış ve B: Boş

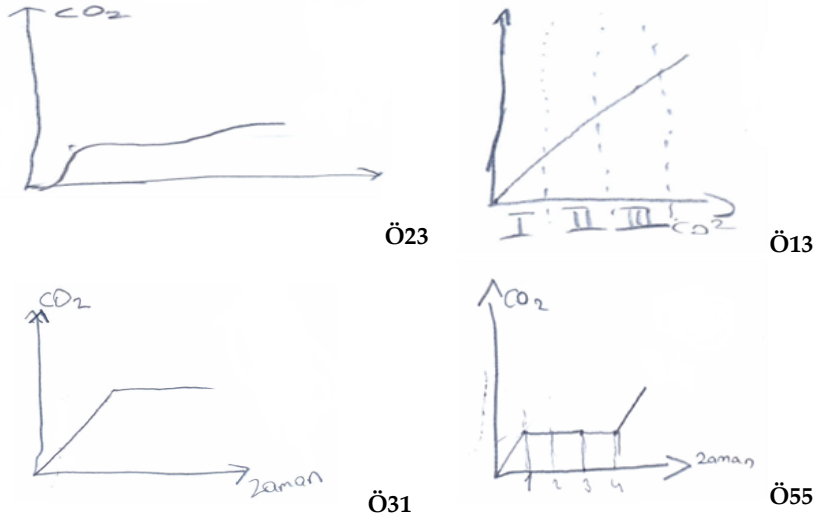
Tablo 5’de de görüldüğü üzere, öğrencilerin en büyük oranda yerine getirdikleri kriterin, çizilen grafiğin eksenlerinin hangi değişkenlere ait olduğunun belirtilmesi yani grafik eksenlerin isimlendirilmesi kriteri olduğu görülmüştür. Öğrencilerin %57’si bu kriteri doğru olarak %18’i ise kısmen doğru olarak yerine getirmiştir. Öğrencilerin %20’sinin çizdikleri eksenleri doğru biçimde ölçeklendirdikleri, %66’sının ise çizdikleri eksenleri yanlış isimlendirdikleri ya da isimlendirmedikleri görülmüştür. Bu soruda grafik eksenlerindeki büyüklüklere uygun birimlerin yazılması kriteri öğrencilerce en az yerine getirilen kriter olmuştur. Öğrencilerin yalnızca %1’i bu kriteri doğru olarak yerine getirirken %85’i kriteri yanlış yerine getirmiş yani eksenlerde yar alan büyüklüklere uygun birimler belirtmemişlerdir. Grafik eğrisinin doğru yerden başlatılması kriterini yerine getiren öğrencilerin yüzdesi, %49 iken grafiği senaryoya uygun olabilecek herhangi bir noktadan başlatamayan yani kriteri yanlış yerine getiren öğrencilerin yüzdesi ise %38’dir. Grafik eğrisinin uygun biçimde devam ettirilmesi kriteri öğrencilerce ikinci en az oranda yerine

getirilen kriter olmuştur. Bu kriter, öğrencilerin yalnızca %8'i tarafından doğru olarak yerine getirilirken %75'i tarafından yanlış olarak yerine getirilmiş yani grafik eğrisi senaryoya uygun olmayan herhangi bir biçimde devam ettirilmiştir. Açık uçlu bu 10. soru maddesi, öğrencilerin %13'ü tarafından boş bırakılmış yani herhangi bir grafik çizilmemiştir. Açık uçlu sorular içerisinde en çok oranda boş bırakılan soru bu soru olmuştur. Ayrıca, yapılan analizlerde, bu soru kapsamında öğrenciler tarafından çizilen grafiklerin incelenmesiyle çizilmiş olan grafiklerde bazı ortak yanılmanın varlığı belirlenmiştir. Bu soru için çizilmiş grafiklerde görülen yanılğı Tablo 6'de verilmiştir.

Tablo 6. Testin 10. maddesindeki soruya öğrencilerce çizilmiş grafiklerde görülen yanılğlar

Yanılğı	Öğrenciler	f	%
Grafik eğrisini (0,0) noktasından başlatma	Ö12, Ö13, Ö15, Ö18, Ö19, Ö20, Ö23, Ö29, Ö31, Ö33, Ö40, Ö41, Ö44, Ö48, Ö55, Ö56, Ö60, Ö66, Ö67,	19	25

Testin 10. Soru maddesi kapsamında öğrenciler tarafından çizilen ve grafik eğrisini (0,0) noktasından başlatma yanılğının görüldüğü öğrenci grafiklerine örnekler Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Testin 10. sorusuna öğrencilerin çizdikleri grafiklere örnekler

Testteki açık uçlu sorulardan ikincisi olan 18. soru maddesi için öğrencilerin çizdikleri grafiklerin değerlendirilmesi grafiklerin değerlendirmesi ile elde edilen bulgular Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7. Testin 18. maddesi için öğrencilerin çizdikleri grafiklerin değerlendirilmesi

Kriter	Kategori*	Öğrenciler	f	%
Grafik Eksenlerinin İsimlendirilmesi	D	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö7, Ö9, Ö10, Ö11, Ö14, Ö16, Ö21, Ö25, Ö26, Ö27, Ö28, Ö29, Ö31, Ö32, Ö37, Ö38, Ö39, Ö40, Ö41, Ö42, Ö43, Ö44, Ö47, Ö48, Ö49, Ö51, Ö52, Ö55, Ö56, Ö57, Ö58, Ö59, Ö60, Ö61, Ö62, Ö64, Ö65, Ö67, Ö68, Ö69, Ö70, Ö71, Ö72, Ö73, Ö74, Ö76	50	66
	KD	Ö5, Ö17, Ö22, Ö23	4	5
	Y	Ö6, Ö15, Ö18, Ö19, Ö24, Ö30, Ö35, Ö36, Ö46, Ö50, Ö53, Ö66, Ö75	13	17
	B	Ö8, Ö12, Ö13, Ö20, Ö23, Ö34, Ö45, Ö54, Ö63	9	12
Grafik Eğrisinin Doğru Yerden Başlatılması	D	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö6, Ö7, Ö9, Ö10, Ö11, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö21, Ö22, Ö24, Ö25, Ö27, Ö28, Ö29, Ö30, Ö31, Ö32, Ö33, Ö35, Ö36, Ö38, Ö39, Ö40, Ö42, Ö43, Ö46, Ö47, Ö48, Ö49, Ö50, Ö51, Ö52, Ö55, Ö56, Ö57, Ö58, Ö59, Ö60, Ö61, Ö62, Ö64, Ö65,	60	79
	Y	Ö5, Ö26, Ö37, Ö41, Ö44, Ö53, Ö66	7	9
	B	Ö8, Ö12, Ö13, Ö20, Ö23, Ö34, Ö45, Ö54, Ö63	9	12
Grafik Eğrisinin Uygun Biçimde Devam Ettirilmesi	D	Ö1, Ö2, Ö3, Ö6, Ö10, Ö11, Ö14, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö21, Ö22, Ö24, Ö25, Ö27, Ö28, Ö29, Ö30, Ö31, Ö33, Ö36, Ö38, Ö39, Ö40, Ö42, Ö43, Ö46, Ö47, Ö48, Ö49, Ö50, Ö52, Ö56, Ö57, Ö58, Ö59,	50	66
	KD	Ö7	1	1
	Y	Ö4, Ö5, Ö9, Ö15, Ö26, Ö32, Ö35, Ö37, Ö41, Ö44, Ö51, Ö53, Ö55, Ö66, Ö73, Ö76	16	21
	B	Ö8, Ö12, Ö13, Ö20, Ö23, Ö34, Ö45, Ö54, Ö63	9	12

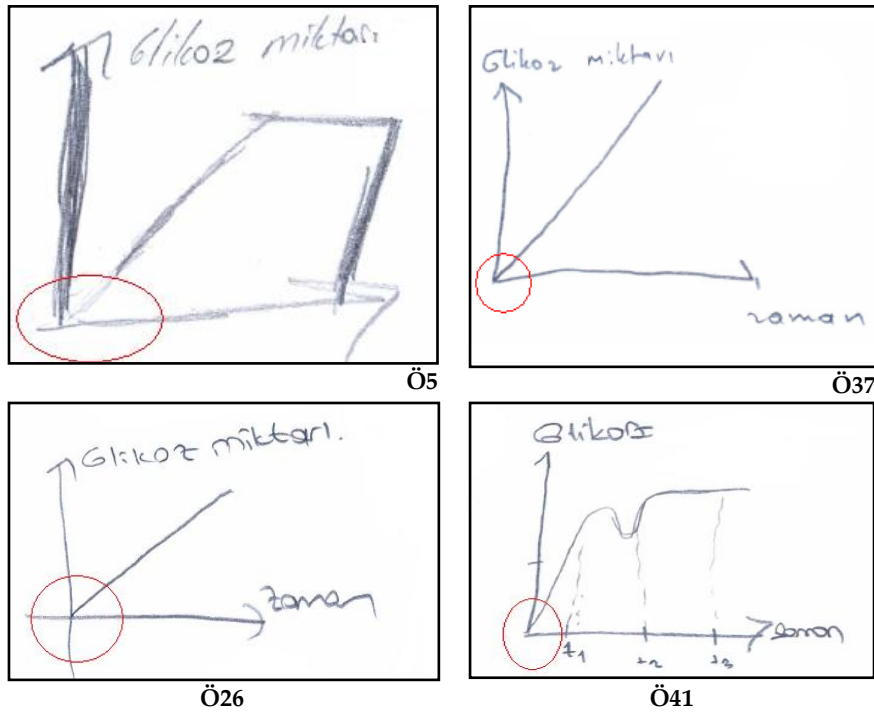
\*D: Doğru, KD: Kısmen Doğru, Y: Yanlış ve B: Boş

Tablo 7'de de görüldüğü üzere, bu soru kapsamında öğrenciler tarafından çizilen grafiklerin incelenmesinde, öğrencilerin %66'sının grafik eksenlerinin isimlendirilmesi kriterini yerine getirirken %17'sinin ise bu kriteri yerine getirmedikleri görülmüştür. Grafik eğrisini doğru yerden başlatılması kriteri, öğrencilerin en büyük oranda doğru olarak yerine getirdikleri kriter olmuştur. Bu kriter, öğrencilerin %79'u tarafından doğru olarak yerine getirilirken %9'u tarafından yanlış yerine getirilmiştir. Grafik eğrisi öğrencilerin %66'sı tarafından senaryoya uygun biçimde devam ettirilirken %21'i tarafından senaryoya uygun olmayan herhangi bir biçimde devam ettirilmiştir. Öğrencilerin yalnızca %1'i de kısmen doğru olarak grafik eğrisini devam ettirmiştir. Öğrencilerin %12'si, bu soru için herhangi bir grafik oluşturmamış yani soruyu boş bırakmıştır. Bu açık uçlu soru için öğrencilerin çizdiklerin incelenmesiyle çizilen grafiklerde bazı ortak yanlışlıkların yapıldığı görülmüştür. Bu soru için çizilmiş grafiklerde bazı ortak yanlışlığın varlığı belirlenmiştir. Bu soru için çizilmiş grafiklerde görülen yanlışlıklar Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Testin 18. maddesindeki soruya öğrencilerce çizilmiş grafiklerde görülen yanlışlar

Yanılgılar	Öğrenciler	f	%
Grafik eğrisini (0,0) noktasından başlatma	Ö5, Ö26, Ö37, Ö41, Ö44, Ö53	6	8

Tablo 8’de de görüldüğü gibi, testin 10. soru maddesi kapsamında öğrenciler tarafından çizilen grafiklerde, grafik eğrisini (0,0) noktasından başlatması, yanlışlığı belirlenmiştir. Yani bazı öğrencilerin senaryoya uygun olmamasına rağmen grafik eğrisini (0,0) noktasından başlattıkları görülmüştür. Bu soruda grafik eğrisini (0,0) noktasından başlatma yanlışlığının görüldüğü örnek öğrenci grafikleri Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Testin 18. sorusuna öğrencilerin çizdikleri grafiklere örnekler

Şekil 2’de de görüldüğü gibi öğrenciler, senaryo grafik eğrisinin glikoz değişkenine ait verilerin bulunduğu eksenin üzerindeki herhangi bir noktadan başlamasını gerektirdiği halde, (0,0) noktasından başlatmışlardır.

Testteki açık uçlu sorulardan sonuncusu olan 19. soru maddesi için öğrencilerin çizdikleri grafiklerin değerlendirilmesi grafiklerin değerlendirmesi ile elde edilen bulgular Tablo 9’de sunulmuştur.

Tablo 9. Testin 19. maddesi için öğrencilerin çizdikleri grafiklerin değerlendirilmesi

Kriter	Kategori*	Öğrenciler	f	%
Grafik Eksenlerinin İsimlendirilmesi	D	Ö1,Ö2, Ö3, Ö4, Ö7, Ö9, Ö10, Ö12, Ö13, Ö15, Ö16, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24, Ö26, Ö28, Ö29, Ö30, Ö31, Ö32, Ö33, Ö35, Ö36, Ö37, Ö38, Ö39, Ö40, Ö41, Ö42, Ö43, Ö44, Ö45, Ö48, Ö50, Ö51, Ö52, Ö54, Ö55, Ö56, Ö57, Ö58, Ö59, Ö60, Ö61, Ö64, Ö65, Ö68, Ö69, Ö71, Ö72, Ö73, Ö74, Ö76	57	75
	KD	Ö27,Ö62	2	3
	Y	Ö5, Ö6, Ö8, Ö11, Ö25, Ö46, Ö49, Ö67, Ö70, Ö75	10	13
	B	Ö14, Ö17, Ö34, Ö47, Ö53, Ö63, Ö66	7	9
Grafik Eksenlerin Ölçeklendirilmesi	D	Ö1, Ö5, Ö7, Ö9, Ö10, Ö11, Ö21, Ö22, Ö25, Ö30, Ö31, Ö37, Ö38, Ö39, Ö40, Ö43, Ö44, Ö49, Ö51, Ö54, Ö55, Ö56, Ö57, Ö58, Ö62, Ö65, Ö67, Ö68, Ö69, Ö72, Ö73	31	41
	KD	Ö2, Ö13, Ö15, Ö18, Ö19, Ö20, Ö23, Ö24, Ö26, Ö27, Ö28, Ö29, Ö32, Ö33, Ö35, Ö41, Ö42, Ö48, Ö60, Ö71, Ö74	21	28
	Y	Ö3, Ö4, Ö6, Ö8, Ö12, Ö16, Ö36, Ö45, Ö46, Ö50, Ö52, Ö59, Ö61, Ö64, Ö70, Ö75, Ö76	17	22
	B	Ö14, Ö17, Ö34, Ö47, Ö53, Ö63, Ö66	7	9
Eksenlerdeki Büyüklüklere Uygun Birimlerin Yazılması	D	Ö20, Ö56	2	3
	KD	Ö13, Ö23, Ö33, Ö54	4	5
	Y	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö15, Ö16, Ö18, Ö19, Ö21, Ö22, Ö24, Ö25, Ö26, Ö27, Ö28, Ö29, Ö30, Ö31, Ö32, Ö35, Ö36, Ö37, Ö38, Ö39, Ö40, Ö41, Ö42, Ö43, Ö44, Ö45, Ö46, Ö48, Ö49, Ö50, Ö51, Ö52, Ö55, Ö57, Ö58, Ö59, Ö60, Ö61, Ö62, Ö64, Ö65, Ö67, Ö68, Ö69, Ö70, Ö71, Ö72, Ö73, Ö74, Ö75, Ö76	63	83
	B	Ö14, Ö17, Ö34, Ö47, Ö53, Ö63, Ö66	7	9
Grafik Eğrisinin Doğru Yerden Başlatılması	D	22	1	1
	Y	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö15, Ö16, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö23, Ö24, Ö25, Ö26, Ö27, Ö28, Ö29, Ö30, Ö31, Ö32, Ö33, Ö35, Ö36, Ö37, Ö38, Ö39, Ö40, Ö41, Ö42, Ö43, Ö44, Ö45, Ö46, Ö48, Ö49, Ö50, Ö51, Ö52, Ö54, Ö55, Ö56, Ö57, Ö58, Ö59, Ö60, Ö61, Ö62, Ö64, Ö65, Ö67, Ö68, Ö69, Ö70, Ö71, Ö72, Ö73, Ö74, Ö75, Ö76	68	90
	B	Ö14, Ö17, Ö34, Ö47, Ö53, Ö63, Ö66	7	9
Grafik Eğrisinin Uygun Biçimde Devam Ettirilmesi	D	Ö5, Ö7, Ö10, Ö15, Ö16, Ö19, Ö22, Ö24, Ö25, Ö28, Ö30, Ö31, Ö32, Ö36, Ö37, Ö38, Ö39, Ö42, Ö43, Ö49, Ö55, Ö56, Ö57, Ö58, Ö68, Ö69, Ö72, Ö76	28	37
	KD	Ö1, Ö4, Ö13, Ö29, Ö41, Ö51, Ö74	7	9
	Y	Ö2, Ö3, Ö6, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö18, Ö20, Ö21, Ö23, Ö26, Ö27, Ö33, Ö35, Ö40, Ö44, Ö45, Ö46, Ö48, Ö50, Ö52, Ö54, Ö59, Ö60, Ö61, Ö62, Ö64, Ö65, Ö67, Ö70, Ö71, Ö73, Ö75	34	45
	B	Ö14, Ö17, Ö34, Ö47, Ö53, Ö63, Ö66	7	9

\*D: Doğru, KD: Kısmen Doğru, Y: Yanlış ve B: Boş

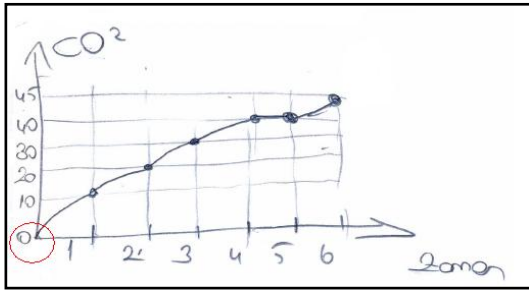
Bu soru kapsamında, öğrenciler tarafından çizilen grafiklerde aranan ilk kriter (Tablo 9), her bir grafik ekseninin hangi değişkene ait verileri taşıdığının

belirtilmesi yani grafik eksenlerinin isimlendirilmesi olmuştur. Bu kriter, öğrencilerin %75'i tarafından doğru biçimde yerine getirilirken, %3'ü tarafından kısmen doğru olarak yerine getirilmiştir. Öğrencilerin %13'ü ise bu kriteri yanlış olarak yerine getirmiştir. Grafik eksenlerinin ölçeklendirilmesi kriteri öğrencilerin %41' tarafından doğru, %28'i tarafından kısmen doğru ve %22'si tarafından da yanlış olarak yerine getirilmiştir. Eksenlerde yer alan büyüklüklere uygun birimlerin yazılması kriterinin öğrencilerin büyük bir bölümü tarafından doğru olarak yerine getirilmediği görülmüştür. Öğrencilerin sadece %3'ü bu kriteri doğru olarak yerine getirirken %83'ü kriteri yanlış yerine getirmiştir. Öğrencilerin %5'lik bölümü ise grafik eksenlerindeki büyüklüklerin yalnızca biri için uygun birim yazarken diğer eksendeki büyüklüğün birimini belirtmemiştir. Grafik eğrisinin doğru yerden başlatılması kriteri, bu soruda öğrencilerce en az oranda doğru olarak yerine getirilen kriter olmuştur. Bu kriter öğrencilerin sadece %1'i tarafından doğru olarak yerine getirilirken %90'ı tarafından yanlış olarak yerine getirilmiştir. Öğrencilerin %37'si tarafından grafik eğrisi doğru olarak devam ettirilirken %45'i tarafından uygun olmayan biçimlerde devam ettirilmiştir. Grafik eğrisinin kısmen doğru olarak devam ettiren öğrencilerin oranı ise %9 dur. Bu soru öğrencilerin %9'u tarafından boş bırakılmıştır. Bu boş bırakılma oranıyla 19 numaralı soru açık uçlu sorular arasında en az oranda boş bırakılan yani en çok yanıtlanan soru olmuştur. Bu soru için çizilmiş grafiklerde bazı ortak yanılmanın varlığı belirlenmiştir. Bu soru için çizilmiş grafiklerde görülen yanılı Tablo 10'da verilmiştir.

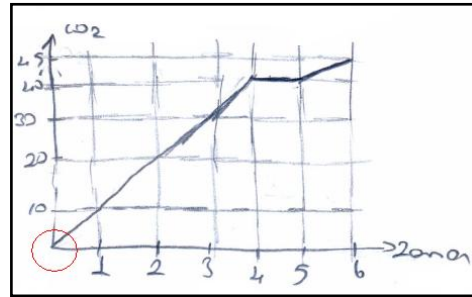
Tablo 10. Testin 19. maddesindeki soruya öğrencilerce çizilmiş grafiklerde görülen yanılılar

Yanılılar	Öğrenciler	f	%
Grafik eğrisini (0,0) noktasından başlatma	Ö1 ,Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö13, Ö15,Ö19, Ö21, Ö24, Ö25, Ö28, Ö29, Ö31, Ö32, Ö36, Ö37, Ö38, Ö39, Ö40, Ö41, Ö42, Ö43,Ö44, Ö46, Ö49, Ö51, Ö56, Ö58, Ö59, Ö61, Ö64, Ö68 Ö69, Ö70, Ö72 Ö73, Ö74, Ö75, Ö76	40	53
Zaman içerisinde iki kez tekrar eden değeri eksende iki kere gösterme	Ö2, Ö4, Ö13, Ö15, Ö18, Ö20,Ö23, Ö26, Ö27, Ö28, Ö29, Ö32,Ö35, Ö41,Ö48, Ö52, Ö60, Ö70	18	24
Grafik eğrisinin ilk veri çiftine ait noktadan değil x ya da y eksenini üzerindeki bir noktadan başlatılması	Ö3, Ö7, Ö10, Ö11, Ö12, Ö16, Ö26, Ö30, Ö33, Ö35, Ö50, Ö52, Ö55, Ö57, Ö71	15	20
Sadece veri çiftlerine ait noktaların belirlenmesi, bu noktaların birleştirilmeden (grafik eğrisi oluşturulmadan ) bırakılması	Ö2, Ö9, Ö23, Ö48, Ö54, Ö60, Ö62, Ö65, Ö67	9	12
Eksenler ölçeklendirilirken ek küçük veriden değil en büyük veriden başlanması	Ö33	1	1

Tablo 10'da da verildiği üzere, öğrenciler tarafından çizilen grafiklerde en büyük oranda, grafik eğrisini (0,0) noktasından başlatma yanılması görülmüştür. Soru kapsamında öğrencilere, değişkenlere ait verilen ilk veri çifti (1,10)'dur. Ancak öğrencilerin %53'ü grafik eğrisini bu veriden değil orijinden başlatmışlardır. Bu durum öğrencilerin grafiğin her zaman orijinden başlaması gerektiği yönünde bir inanışları olduğunu açıkça göstermektedir. Grafik eğrisini (0,0) noktasından başlatma yanılığının görüldüğü örnek öğrenci grafikleri Şekil 3'te verilmiştir.



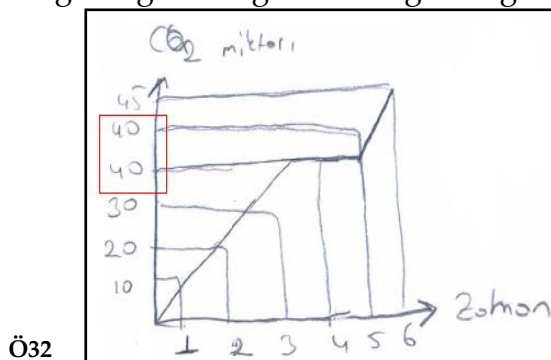
Ö58



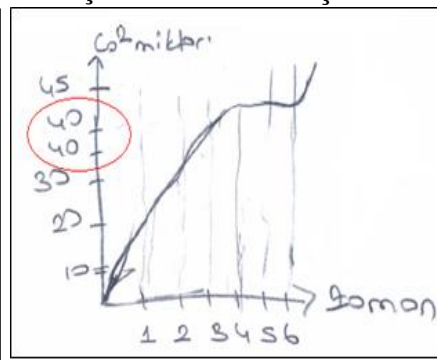
Ö68

Şekil 3. Testin 19. sorusuna grafik eğrisini (0,0) noktasından başlatma yanılığının görüldüğü öğrencilerin çizdikleri grafiklere örnekler

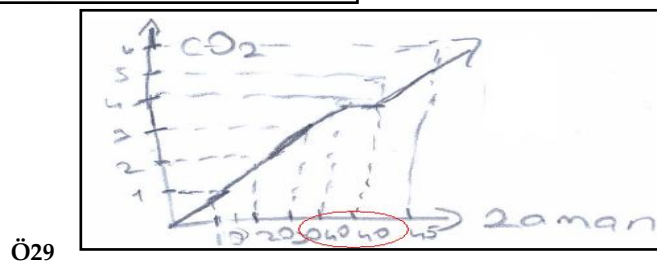
Öğrencilerin bu soru kapsamında çizdikleri grafiklerde en büyük oranda görülen ikinci yanılığ, zaman içerisinde iki kez tekrar eden veri değerini ekseninde iki kere gösterme yanılığıdır (%24). Bu yanılığa sahip olan öğrenciler verilerin tablosunda, karbondioksit değişkenine ait verilerin yer aldığı sütunda iki defa tekrarlanan karbondioksit miktarı değeri için, karbondioksit değişkeninin verilerini yerleştirdikleri ekseninde iki farklı nokta belirtmişlerdir. Bu yanılığın görüldüğü örnek öğrenci grafikleri Şekil 4'te verilmiştir.



Ö32



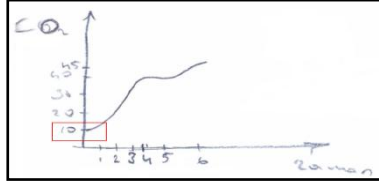
Ö41



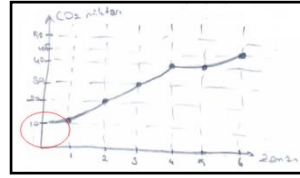
Ö29

Şekil 4. Testtin 19. sorusuna zaman içerisinde iki kez tekrar eden veri değerini ekseninde iki kere gösterme yanılığının görüldüğü öğrencilerin çizdikleri grafiklere örnekler

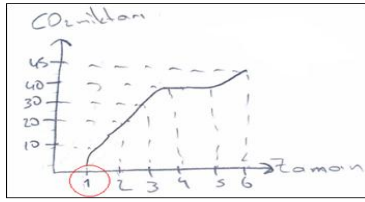
Tablo 10'da da görüldüğü gibi, grafik eğrisini uygun yerden başlatma yani bu soru için ilk veri çiftinden başlatma kriterini yerine getiremeyen öğrencilerden ikinci bir grubun yaptığı yanılığa ise "grafığı x ya da y eksenini üzerindeki bir noktadan başlatma" yanılığıdır (%20). Bu yanılığa sahip olan öğrencilerin çizdikleri grafikler incelendiğinde grafik eğrisini ilk veri çiftine ait olan (1,10) noktasından değil (1,0) ya da (0,10) noktalarından başlattıkları görülmüştür. Bu durum öğrencilerin (x,y) noktasını (x,0) ve (y,0) gibi düşündüklerini göstermektedir. Türkoğan (2006)'da yaptığı çalışma öğrencilerin bu yanılığa sahip olduklarını belirlemiştir. Öğrenciler tarafından çizilen ve bu yanılığın görüldüğü örnek öğrenci grafikleri Şekil 5'te verilmiştir.



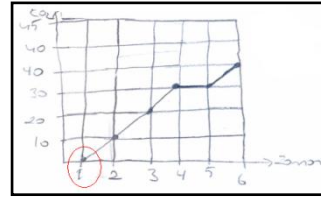
Ö7



Ö57



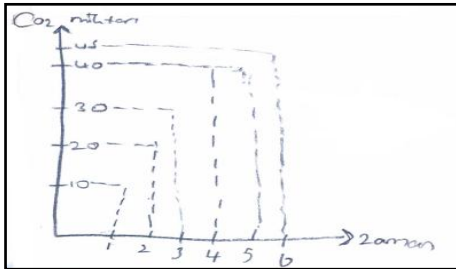
Ö30



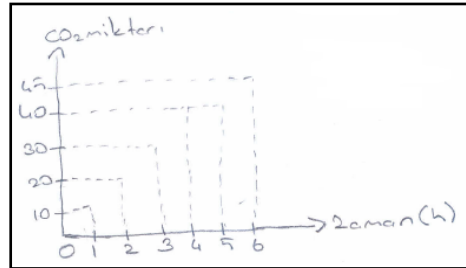
Ö35

Şekil 5. Testtin 19. sorusuna grafığı x ya da y eksenini üzerindeki bir noktadan başlatma yanılığının görüldüğü öğrencilerin çizdikleri grafiklere örnekler

Tablo 10'da da görüldüğü gibi, öğrencilerin %12'sinin sadece veri çiftlerine ait noktaları belirledikleri, bu noktaları birleştirmedikleri yani grafik eğrisini oluşturmadıkları görülmüştür. Bu yanılığın görüldüğü örnek öğrenci grafikleri Şekil 6'te verilmiştir.

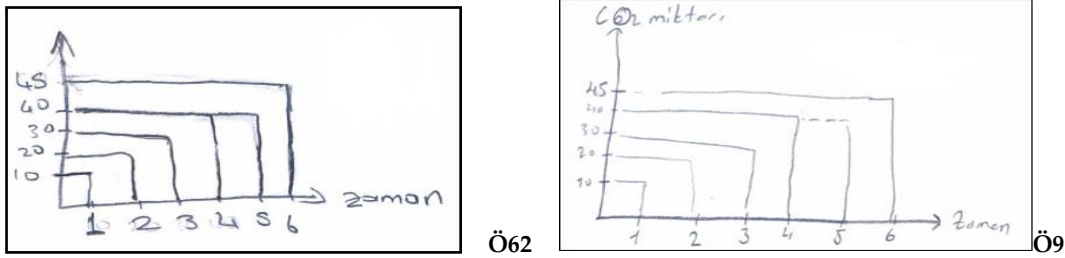


Ö65



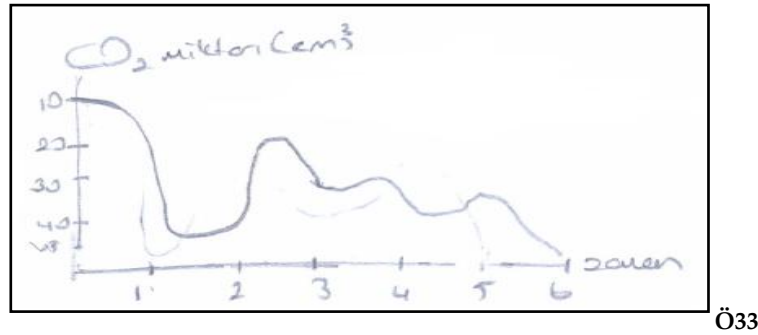
Ö54





Şekil 6. Testin 19. sorusuna grafik eğrisini oluşturmadıkları yanılığının görüldüğü öğrencilerin çizdikleri grafiklere örnekler

Testin 19. sorusuna bir öğrencinin (Ö33) çizmiş olduğu grafik Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 7. Testin 19. sorusuna Ö33’ün çizdiği grafik

Şekil 7’de de görüldüğü üzere, öğrenci karbondioksit değişkenine ait verilerin yer aldığı eksenin ölçeklendirilmesine ek küçük veriden değil en büyük veriden başlamıştır. Bundan dolayı da, çok farklı bir grafik çizimi görülmüştür.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırmada, öğrencilerin grafik okuma ve yorumlamayla ilgili güçlüklerini belirlemek amacıyla çoktan seçmeli ve açık uçlu sorulardan oluşan bir test kullanılmıştır. Öğrencilerin testin çoktan seçmeli sorulardan aldıkları puan düzeylerinin, beklenenden daha yüksek çıktığı görülmüştür. Bu durumun olası bir nedeni çoktan seçmeli soruların cevabı mantık yoluyla bulmaya imkân vermesidir. Taşar, İngeç ve Güneş de (2002), yaptıkları çalışmada da yüksek başarı elde ettikleri görülmüştür. Ancak, araştırmacılar öğrencilerin testte yüksek başarı elde etmelerine rağmen, laboratuvar çalışmaları sırasında birçok hususu arzu edildiği biçimde yapamadıklarını belirterek bu çelişkili durumun olası bir nedenini çoktan seçmeli soruların cevabı mantık yoluyla bulmaya imkân vermesi olarak belirtmişlerdir. Öğrencilerin testin çoktan seçmeli sorularından elde ettikleri başarı beklenenden yüksek olmakla birlikte istenen düzeyde de değildir. Öğrencilerden verilen tablodaki iki değişkene ait verilerle

oluşturulmuş grafikte, hangi eksenin hangi değişkene ait verileri taşıdığı sorulduğu soruda öğrenciler en düşük başarıyı göstermişlerdir. Bu durum grafiksel becerileri ölçecek olan ölçme araçlarında çoktan seçmeli soruların yanı sıra diğer soru türlerinin de yer alması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin grafik yorumlama becerilerinin istenilen düzeyde olmadığı literatürdeki araştırmalarda da belirtilmiştir. Bowen ve Roth (2005) yaptıkları araştırma, örneklemelerinde bulunan fen öğretmen adaylarının büyük hazırlıklara ve bazılarının fen alanında yüksek derecelere mezun olmalarına rağmen, grafik ve veri yorumlamaları istendiğinde bunu bilim insanlarının rutin olarak yaptıkları biçimde yapamadıklarını göstermiştir. Potgieter, Harding ve Engelbrecht (2008) çalışmalarında öğrencilerin kimya ve matematik bilgilerini ölçmek amacıyla oluşturdukları ölçme araçlarındaki grafiksel sorularda, öğrencilerin gerek kimya gerekse matematik performanslarının düşük olduğunu bu durumda öğrencilerin grafik oluşturma ve yorumlama becerilerinin eksik olmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Beichner (1996) araştırmasında fizik öğrencilerinin kinematik grafiklerini yorumlamada yoğun güçlüklerle karşılaştıklarını belirtmiştir. Testte yer alan ve öğrencilerin en çok oranda doğru cevapladıkları soruların içerdiği grafiklerin sütun grafik olması da testin çoktan seçmeli sorularından elde edilen bir başka dikkat çekici sonuçtur. Testte yer çoktan seçmeli sorulardan yalnızca ikisinde sütun grafik varken, diğerlerinin içerdiği grafikler çizgi grafiktir. Her iki grafik türü ile ilgili sorular öğrencilerin büyük bir çoğunluğu tarafından doğru olarak cevaplanmıştır. Farklı grafik türlerinin oluşturulması ve yorumlanması arasındaki güçlüklerin karşılaştırıldığı özel araştırmalarda daire grafiklerinin daha kolay ve tam olarak okunabildiklerini, çizgi grafiklerinin ise daha güç anlaşıldıklarını belirlenmiştir (Culbertson, ve Powers, 1959; Ateş ve Stevens 2003).

Testte yer alan açık uçlu sorularda (10, 18 ve 19 soru maddeleri), öğrencilerin çizmiş oldukları grafiklerin incelenmesiyle, doğru olmamasına rağmen, grafik eğrisini orijinden ((0,0) noktasından) başlattıkları görülmüştür. 10.soru maddesinde öğrencilerin %25'in de, 10. soru maddesinde %8'inde ve 19. soru maddesinde ise %53'ünde, çizmiş oldukları grafiklerin bu yanılgıyı yansıttığı görülmüştür. Benzer sonuçlara yapılan literatür taramasında Blanton ve arkadaşlarının(1996) yapmış olduğu çalışmada da rastlanmıştır. Blanton, Hollar ve Coulumbe (1996), çalışmalarında üniversite öğrencilerinden oluşan örneklemelerine, grafiksel bir görev vermiş ve öğrencilerin bu görev için oluşturdukları ürünleri inceleyerek bu ürünlerinde gözlenen yanılıgıları kategorize etmişlerdir. Ürünlerde gözlenen yanılıgı kategorilerinden biri grafiğin başlangıç noktasının orijin olduğunun düşünülmesi yanılıgısı olmuştur. Yani öğrenciler, grafiğe konu olan durumun senaryosuna uygun olmamasına

rağmen, eksenlerin kesiştiği noktayı grafiğin başlangıç noktası olarak almışlardır.

Grafiğin başlangıç noktasıyla ilgili öğrencilerde tespit edilen bir yanlış da grafik eğrisinin  $(x, y)$  noktasından değil de  $(x, 0)$  ya da  $(y, 0)$  noktasından başlatılması yanlıştır. Bu yanlış, testin 19. soru maddesi için öğrencilerin çizmiş oldukları grafiklerin %20'sinde görülmüştür. Bu durum öğrencilerin  $(x, y)$  noktasını  $(x, 0)$  ve  $(y, 0)$  gibi iki farklı nokta olarak düşündüklerini göstermektedir. Bu yanlış, Türkdoğan (2006)'da yaptığı çalışma öğrencilerin bu yanlışta sahip olduklarını belirlemiştir. Grafik eğrisinin  $(x, y)$  noktasından başlayamayacağı yanlıştır literatürde konuyla ilgili yapılmış çalışmalarda yeterince rastlanmamıştır.

Leinhardt, Zaslavsky ve Stein (1990) ölçeklendirmenin grafik yorumlamada ve oluşturmada önemli bir rol oynadığını belirtmişlerdir. Buna rağmen araştırmada öğrencilerin gerek iki kere tekrar eden veri için eksende iki nokta belirlemeleri ve gerekse orijinden sonra verileri sıralamaya en büyük veriden başlamaları genel olarak ölçeklendirme hatalarıdır. Testin 19. soru maddesinde öğrencilerin çizmiş oldukları grafiklerde iki kere tekrar eden veri değeri için eksende iki farklı noktanın belirtilmesi yanlıştır %24 oranında görülmüştür. Literatürde, Erbilgin, Hurdal ve Fernandez (2006), yaptıkları çalışmada öğrencilerin sıklıkla ölçeklendirme hatası yaptıklarını ya da verileri grafiğe yerleştirirken, grafiklerin uygun olmayan türlerini seçtiklerini gözlemlediklerini belirtmişlerdir. Tekrarlayan veri için iki eksende iki farklı noktanın belirlenmesi yanlıştır, genel olarak bir ölçeklendirme hatası olmasına rağmen, yapılan literatür taraması kapsamında incelenen çalışmalarda bu yanlışta yeterince rastlanmamıştır.

Testin 19. soru maddesinde öğrencilerin %12'sinin sadece veri çiftlerine ait noktaları belirledikleri ancak bu noktaları birleştirmek suretiyle grafik eğrisini elde etmedikleri görülmüştür. Yapılan literatür taramasında bu yanlışta rastlanmamıştır ve hatta bu durum Lenton, Stevens ve Robert (2000)' in araştırmalarında elde ettikleri bulgularla çelişmektedir. Lenton ve diğ. (2000), yaptıkları çalışmada öğrencilerden tablo ile sunulan verilerin koordinatlarını, ölçeklendirilmiş eksen çifti üzerine çizmeleri istenmişlerdir. Çalışmalarında öğrencilerin verilerden grafik oluşturmada ve noktaları işaretlemeye yüksek başarı gösterdiklerini belirtmişlerdir. Bu duruma olası iki neden vardır. Birincisi araştırmacıların verdikleri veri değerleri arasında iki kez tekrar eden veri değerinin bulunmaması ikincisi ise eksenlerin isimlendirilmesinin ve ölçeklendirilmesinin araştırmacı tarafından yapıp öğrenciden sadece noktaları işaretleyip ardından onları birleştirilmesinin istenmesidir. Ayrıca öğrencilerin noktaları birleştirmeleri gerektiği soru yönergesinde de yer almıştır. Bu araştırmada ise veriler tablo halinde sunulmuş ve bu verilere ait grafiğin oluşturulması istenmiştir. Öğrencilere grafiği oluşturma işini nasıl

yapacaklarıyla ilgili herhangi bir yönerge verilmemiştir. Bu durum böylesine bir sonucun ortaya çıkmasına neden olmuş olabilir.

Sonuç olarak, bu çalışmada öğrencilerin çizmiş oldukları grafiklerde bazı yanlışlara rastlanmış ve bu yanlışlar kategorize edilmiştir. Kategorize edilen yanlışlardan bazıları konuyla ilgili daha önce yapılmış olan araştırmalarda da tespit edilmiş olmasına rağmen, bazılarında ise ilgili literatürde yapılmış çalışmalarda yeterince rastlanmamıştır. Bunlar; (1) Zaman içerisinde iki kez tekrar eden değeri eksende iki kere gösterme, (2) Grafik eğrisinin ilk veri çiftine ait noktadan değil her zaman x ya da y eksenini üzerindeki bir noktadan başlatılması, (3) Sadece veri çiftlerine ait noktaların belirlenmesi, bu noktaların birleştirilmeden (grafik eğrisi oluşturulmadan) bırakılması, (4) Eksenler ölçeklendirilirken en küçük veriden değil en büyük veriden başlanması şeklinde sıralanabilir. Grafiklerle ilgili olarak bu çalışmada belirlenip, önceki araştırmalarda yeterince belirlenememesi açısından literatüre önemli katkılar yaptığına inanılmaktadır.

**KAYNAKÇA**

- Adcock, C. B. (2003). Examining the Impact of Directly Addressing a Major Misconception about Photosynthesis Prior to Instruction, Yüksek Lisans Tezi, North Carolina State University, Science Education, Raleigh.
- Ates, S., & Stevens, J. T. (2003). Teaching line graphs to tenth grade students having different cognitive developmental levels by using two different instructional modules. *Research in Science & Technological Education*, 21(1), 55-66.
- Beichner, R. J. (1994). Testing student interpretation of kinematics graphs. *American Journal of Physics*, 62(8), 750-762.
- Beichner, R. J. (1996). The impact of video motion analysis on kinematics graph interpretation skills. *American Journal of Physics*, 64(10), 1272-1277.
- Beler, Ş. (2009). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerin fotosentez konusu ile ilgili grafikleri okumada ve yorumlamada karşılaştıkları güçlüklerin belirlenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Blanton, M. L., Hollar, J. C., & Coulombe, W. N. (1996). Calculus students' graphical constructions of a population growth model. *The Mathematics Educator*, 7(1), 15-25.
- Bowen, G. M. & Roth, W. M. (2005). Data and graph interpretation practices among preservice science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(10), 1063-1088.
- Bowen, G. M., Roth, W. M. & McGinn, M. K. (1999). Interpretations of graphs by university biology students and practicing scientists: Toward a social practice view of scientific representation practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(9), 1020-1043.
- Caldwell, F. (1997) Bring Functions And Graphs To Life With The CBL, Paper presented at the Carolinas Mathematics Conference, California.
- Coştu, B. (2007). Comparison of students' performance on algorithmic, conceptual and graphical chemistry gas problems. *Journal of Science Education and Technology*, 16(5), 379-386.
- Coştu, F. (2017). "Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Grafik Çizme ve Yorumlama Düzeylerinin Belirlenmesi" Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Crane, L. & Winterbottom, M. (2008). Plants and photosynthesis: peer assessment to help students learn. *Journal of Biological Education*, 42(4), 150-156.
- Culbertson, H. M. & Powers, R. D. (1959). A study of graph comprehension difficulties. *Audio visual Communication Review*, 7(3), 97-110.
- Dori, Y. J. & Sasson, I. (2008). Chemical understanding and graphing skills in an honors case-based computerized chemistry laboratory environment: The value of bidirectional visual and textual representations. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(2), 219-250.
- Dunham, P. H. & Osborne, A. (1991). Learning how to see: Students graphing difficulties. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 13(4), 35-49.
- Eldridge, D. (2004). A novel approach to photosynthesis practicals. *School Science Review*, 85(312), 37-46.

- Erbilgin, E., Hudal, K. M. & Fernandez, L. M. (2006). Scaling and representing exponential relationships, *Dimensions in Mathematics*, 26(2), 55-62.
- Forster, P. A. (2004). Graphing in physics: processes and sources of error in tertiary entrance examinations in Western Australia. *Research in Science Education*, 34(3), 239-265.
- Körner, C. (2005). Concepts and misconceptions in comprehension of hierarchical graphs. *Learning and Instruction*, 15(4), 281-296.
- Köse, S., Ayas, A. & Taş, E. (2003). Bilgisayar destekli öğretimin kavram yanlışları üzerine etkisi: Fotosentez. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(2), 106-112.
- Leinhardt, G., Zaslavsky, O. & Stein, M. K. (1990). Functions, graphs, and graphing: Tasks, learning, and teaching. *Review of Educational Research*, 60(1), 1-64.
- Lenton, G., Stevens, B. & Illes, R. (2000). Numeracy in science: Pupils' understanding of graphs. *School Science Review*, 82(299), 15-23.
- Lowrie, T. & Diezmann, C. M. (2007). Middle School Students' Interpreting Graphical Tasks: Difficulties within a Graphical Language, In: 4th East Asia Regional Conference on Mathematics Education, 18-22 June, Penang, Malaysia.
- Mutlu, M. & Özel, M. (2008). Sınıf öğretmen adaylarının çiçekli bitkilerin büyüme ve gelişimi konuları ile ilgili anlama düzeyleri ve kavram yanlışları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16(1), 107-124.
- Pereira-Mendoza, L. & Newfoundl, J. M. (1990). Students' concepts of bar graphs: Some preliminary findings. In D. Vere-Jones (Ed.), *Proceedings of the Third International Conference on Teaching Statistics*, 150-157.
- Phillips, R. J. (1997). Can juniors read graphs? A review and analysis of some computer-based activities. *Journal of Information Technology for Teacher Education*, 6(1), 49-58.
- Potgieter, M., Harding, A. & Engelbrecht, J. (2008). Transfer of algebraic and graphical thinking between mathematics and chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(2), 197-218.
- Ross, P. A., Tronson, D. & Ritchie, R. A. J. (2006). Modelling photosynthesis to increase conceptual understanding. *Journal of Biological Education*, 40(2), 84-88.
- Taşar, M. F., Kandil İngeç, Ş., Ünlü Güneş, P., 2002. Grafik Çizme ve Anlama Becerisinin Saptanması. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül, ODTÜ, Ankara
- Tekkaya, C. & Balcı, S. (2003). Öğrencilerin fotosentez ve bitkilerde solunum konularındaki kavram yanlışlarının saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(24), 101-107.
- Tekkaya, C., Çapa, Y. & Yılmaz, Ö. (2000). Biyoloji öğretmen adaylarının genel biyoloji konularındaki kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(18), 140-147.
- Temiz, B. K. & Tan, M. (2009). Grafik çizme becerilerinin kontrol listesi ile ölçülmesi. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 71-83.
- Türkdoğan, A. (2006). BDMÖ Yoluyla Sınıf Öğretmeni Adaylarının Denklemler ve Grafikleri Konusundaki Öğrenme Ürünlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

- Türkmen, L., Dikmenli, M., & Çardak, O. (2003). İlköğretim Öğrencilerinin Bitkiler Hakkındaki Alternatif Kavramları. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 5(2), 53-70.
- Vartak, R. (2006). Photosynthesis in plants with non-green leaves. *Journal of Biological Education*, 40(4), 178-180.
- Vogel, M., Girwidz, R. & Engel, J. (2007). Supplantation of mental operations on graphs. *Computers & Education*, 49(4), 1287-1298.
- Widjaja, Y. B. & Heck, A. (2003). How a realistic mathematics education approach and microcomputer-based laboratory worked in lessons on graphing at an Indonesian junior high school. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 26(2), 1-51.
- Yürük, N. & Çakır, Ö. S. (2000). Lise öğrencilerinde oksijenli ve oksijensiz solunum konusunda görülen kavram yanlışlarının saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(18), 185-191.