

Makalenin Türü / Article Type : Araştırma Makalesi / Research Article
Geliş Tarihi / Date Received : 10.09.2019
Kabul Tarihi / Date Accepted : 02.06.2020
Yayın Tarihi / Date Published : 15.09.2020



<https://dx.doi.org/10.17240/aibuefd.2020..-618011>

11. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN HAREKET TÜRLERİNİ AÇIKLAMA VE İLGİLİ GRAFİKLERİ ÇİZME, YORUMLAMA BİLGİLERİNİN İNCELENMESİ

Seyhan ERYILMAZ TOKSOY¹

ÖZ

Bu araştırmada, öğrencilerin hareket türleri ile ilgili açıklama, grafik çizme ve grafik yorumlama bilgilerini betimlemek ve bu bilgilerin birbiriyle olan ilişkilerini belirlemek amaçlanmıştır. Araştırma, özel bir okulda 11. sınıfta öğrenim görmekte olan 20 öğrenci ile yürütülmüştür. Veriler 10 açık uçlu sorudan oluşan, araştırmacı tarafından geliştirilmiş bir test aracılığıyla toplanmıştır. Cevaplar doğru, kısmen doğru, yanlış gibi kategorilendirilmiş, daha sonra ise sayısallaştırılan veriler non parametrik testler kullanılarak analiz edilmiştir. Öğrencilerin sabit ivmeli harekete göre sabit hızlı harekete ilişkin açıklamalarda, örnek vermeye göre tanımlamada daha başarılı oldukları belirlenmiştir. a-t grafiklerini, sabit ivmeli yavaşlayan harekete ait grafikleri ve negatif yöndeki grafikleri çizerken daha fazla yanlış yaptıkları belirlenmiştir. Öğrencilerin grafik türlerinden ulaşılabilecek bilgileri belirtmede eksikleri olduğu ulaşılan diğer bulgulardandır. Verilen grafiği okumada ise sabit ivmeli hareket, negatif yöndeki hareket ve a-t grafiğinde daha fazla eksikleri olduğu belirlenmiştir. Katılımcıların kinematik ile ilgili açıklama, grafik yorumlama ve çizme bilgileri arasında anlamlı farklılık olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Hareket, açıklama, grafik çizme, grafik yorumlama

INVESTIGATION of 11th GRADE STUDENTS' KNOWLEDGE ABOUT EXPLANATION of MOTION TYPES and DRAWING, INTERPRETING RELATED GRAPHS

ABSTRACT

This research aims to describe students' explanations of motion types, drawing, and interpretation of a graph and the relationships in each other knowledge. The study was conducted with 20 students in 11th grade in a private school. The data were collected through a test prepared by the researcher, consisting of 10 open-ended questions. The answers were categorized as correct, partially correct and false, and then digitized data were analyzed using non-parametric tests. It was determined that the students were more successful at explaining constant velocity motion compared to constant acceleration motion, at explaining according to the giving sample. It was found that the students made more mistakes when drawing a-t graphs, graphs of decelerated motion with constant acceleration and graphs of motion in the negative directions. Another finding is that students have deficiencies in specifying the information that can be reached from the graph types. In reading the given graph, it is determined that there is more deficiencies in constant acceleration motion, negative direction motion and a-t graph. It can be said that there is a significant difference between the participants' knowledge about explanations, interpretation graph and drawing graph related to kinematics.

Keywords: Motion, explanation, drawing a graph, interpretation a graph

¹ Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, seyhan.eryilmaz@erdogan.edu.tr <https://orcid.org/0000-0002-8643-1017>

1.GİRİŞ

Mekanik, farklı yaş ve sınıf seviyesindeki öğrencilerin anlamakta güçlük çektiği konulardan biridir (Ateş, 2008). Bunun nedeni konu içinde bir çok formülün yer alması, temel kavramların anlaşılmasında ya da öğrencilerin kinematik grafiklerini çizme-yorumlamada güçlük çekmeleri (Beichner, 1994; Bektaşlı & White, 2012; Ceuppens vd., 2019; McDermott vd., 1987) olabilir. Kinematik konusu birçok formül içermektedir ancak bu formüllere üç temel grafikten (X-t, V-t, a-t) ulaşılabilir (Bektaşlı & White, 2012). Kinematik konusundaki temel kavramlar, formüller ve grafikler birbirinden bağımsız değildir. Örneğin bir öğrenci hız kavramını öğrendiğinde, hızın formülünü de öğrenmiş olması ya da formülü öğrendiğinde hız-zaman grafiğini yorumlaması-çizmesi beklenir.

Hayatın farklı alanlarında ve fen eğitiminde grafik çizme, okuma-yorumlama ile ilgili bilgiler önemli yer kaplamaktadır (Selamet, 2014; Yayla & Özsevgeç, 2015). Fizik dersinde özellikle kinematik gibi konuların anlaşılmasında kolaylık sağlayan grafiklerden sıklıkla faydalanılmaktadır (Bektaşlı & White, 2012; Demirci & Uyanık, 2009). 9. ve 11. sınıf fizik dersi öğretim programlarındaki hareket ile ilgili kazanımlarda grafik çizme, yorumlama, dönüştürme sıklıkla ifade edilmektedir (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Bu durum kinematik konusunda grafiklerin önemli yer kapladığını göstermektedir.

Öğrenciler fizik ile ilgili grafikleri okuma, çizme ya da dönüştürmede yeterince başarılı değildir (Sezen vd., 2012). Bu durum öğrencilerin fizik dersinde sergiledikleri başarıyı olumsuz etkilemektedir (Planinic vd., 2012). Kinematik problemlerini çözmede birçok öğrencinin zorluk çekmesi onların grafikleri yorumlamadaki yetersizliklerinden kaynaklanmaktadır (Rosenquist & McDermott, 1987). Ceuppens vd. (2019) öğrencilerin aynı matematiksel bilgileri içeren fizik ve matematik problemlerinin çözümlerini inceledikleri çalışma sonucunda, öğrencilerin fizik problemlerini çözerken daha az başarılı olduklarını, kinematikteki negatif hızlı problemleri çözerken güçlük çekmelerine rağmen matematikte negatif eğimli problemleri çözmede güçlük çekmediklerini belirlemişlerdir. Erceg ve Aviani'nin (2014) belirttiği gibi aslında öğrenciler eğitim hesaplama gibi matematik bilgilerine sahiptirler ancak bunu fizikteki grafiklere uygulamada yeterince başarılı değillerdir. Öğrencilerin matematik bilgilerini fizik kavramlarıyla ilişkilendirmede eksikleri vardır (Handhika vd., 2019).

Ivanjek vd. (2016) üniversite öğrencilerinin fizik, matematik ve farklı bağlamdaki grafikleri yorumlamasını araştırdıkları çalışmanın sonunda, grafik yorumlama stratejilerinin alana ve konuya bağlı olduğunu belirlemişlerdir. Ancak grafik çizme-yorumlama bilgi ve becerilerinin konu alanıyla ilişkili bir şekilde ele alındığı araştırmalar sınırlıdır (Yayla & Özsevgeç, 2015). Fizik eğitimi araştırmalarında sıklıkla yarı deneysel yöntem kullanılmakta, uygulanan yöntemin araştırma konusu üzerindeki etkililiği araştırılmaktadır (Kaltakçı vd., 2017; Kanlı vd., 2014). Bu bağlamda, öğretim sürecine müdahale edilmediği durumlarda öğrencilerin hareket türlerine ve hareketlere ilişkin grafikleri çizme-yorumlamaya ilişkin bilgilerinin betimlenmesi ve farklı değişkenler açısından incelenmesi ilgili alan yazına katkı sunabilir.

1.1. Araştırmanın amacı

Bu çalışmada, öğrencilerin hareket türleri ile ilgili açıklama, grafik çizme ve grafik yorumlama bilgilerini betimlemek ve bu bilgilerin bazı değişkenlere göre farklılaşma durumlarını belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaçla yürütülen çalışmaya ilişkin araştırma soruları şu şekildedir:

- 1- Öğrencilerin hareket türlerine ilişkin bilgileri ne durumdadır?
 - 1.1- Öğrencilerin hareket türlerini açıklamaya ilişkin bilgileri hangi durumdadır?
 - 1.2- Öğrencilerin hareket türlerine ilişkin grafikleri çizebilme durumları nedir?
 - 1.3- Öğrencilerin hareket türlerine ilişkin grafikleri yorumlama durumları nedir?
- 2- Öğrencilerin hareket türlerini açıklama, hareketlerle ilgili grafik çizme ve grafikleri yorumlamaya ilişkin bilgileri arasında anlamlı farklılık var mıdır?

1.2. Araştırmanın önemi

Grafik çizme-yorumlama bilgisi genellikle konu alanından bağımsız bir şekilde algılanmaktadır. Grafiğin ilgili olduğu konu ya da bilim dalının grafik okuma- yorumlama üzerindeki etkisi hakkında çok net bir bilgi yoktur. Bu çalışmada bilim dalı olarak birçok konuda grafiklerin kullanıldığı fizik, konu olarak ise hareket türleri ele alınmıştır. Hareket türleri ile ilgili konuların anlaşılmasında, problemlerin çözülmesinde büyük etkisi olduğu düşünülen grafik çizme- yorumlama bilgisinin hareketin türüne, hareketin yönüne, grafiğin türüne göre farklılaşma durumu detaylı bir şekilde betimlenmiştir.

2. YÖNTEM

2.1. Katılımcılar

Durum çalışması deseni yürütülen araştırmanın katılımcılarını, özel bir okulda 11. sınıfta öğrenim görmekte olan 11'i kız 9'u erkek olmak üzere 20 öğrenci oluşturmaktadır. Katılımcıların belirlenmesinde kolay ulaşılabilir durum örnekleme kullanılmış ve gönüllü olan katılımcılar çalışmaya dâhil edilmiştir. Hareket konusu fizik dersi öğretim programında 9. ve 11. sınıfta yer almaktadır. Bu nedenle katılımcılar 11. sınıfta öğrenim gören öğrencilerden oluşturulmuştur.

Verilerin toplanması aşamasında öğrencilerin fizik dersini yürüten öğretmenleri ortamda bulunmuştur. Fizik eğitimi alanında doktorasını tamamlamış olan öğretmen öğrencilerin 9. sınıftan itibaren fizik dersini yürütmektedir. Araştırmanın amacı, verdikleri cevapların gizli tutulacağı ve sadece bilimsel bir çalışma kapsamında kullanılacağı öğrencilere açıklandıktan sonra öğrencilere uygun bir saat belirlenmiştir. Belirlenen saatte test aracılığı ile yaklaşık 45 dakikalık bir sürede veriler toplanmıştır.

2.2. Veri toplama aracı

Hareket konusu fizik dersi öğretim programında 'Kuvvet ve Hareket' ünitesi altında yer almaktadır. 9. sınıfta 9.3.1.3 ve 9.3.1.5 numaralı kazanımlar, 11. sınıftaki 11.1.4.1, 11.1.4.2. ve 11.1.4.3. numaralı kazanımlar sabit hızlı ve sabit ivmeli harekete, bu hareket türleri ile ilgili grafik çizme ve yorumlamaya ilişkindir. Konu öğretim programında iki farklı sınıf seviyesinde sunulduğu için bu çalışmada kapsam geçerliliğini sağlamaya yönelik kazanımlar yerine konuya ilişkin temel başlıklar ele alınarak belirtke tablosu oluşturulmuştur. Oluşturulan veri toplama aracı ve belirtke tablosu uzmanlara sunularak görüşler alınmıştır. Görüşüne başvurulmuş uzmanlardan üç fizik eğitimi alanında doktor ünvanına sahiptir, ikisi ise 10 yılın üzerinde deneyimi olan fizik öğretmenleridir. Uzmanlar soruların anlaşılabilirliğini, bilimsel açıdan doğruluğunu, kapsam geçerliliğini sağlamadaki yeterliliğini ve öğrenci seviyesine uygunluğunu değerlendirmişlerdir. Görüşler sonucunda soruların kapsam geçerliliğini sağlamada yeterli olduğu, öğrenci seviyesine uygun olduğu, bilimsel açıdan doğru olduğu ve anlaşılır olduğu belirlenmiştir. Testin genel olarak uzun olduğu ancak kapsam geçerliliğinin ancak bu şekilde sağlanabileceğine karar verilmiştir. Grafik yorumlama sorularının daha kısa cevaplar ile cevaplanabilecek şekilde olması açısından yorumlanacak grafiğe ilişkin zaman aralıklarına yer veren bölünmüş tablo doldurularak cevaplanmasına karar verilmiştir. 6 sayfalık uzun bir test olan veri toplama aracındaki sorular üç bölümde toplanmaktadır. İlk bölümde öğrencilerin sabit hızlı ve sabit ivmeli hareketi tanımlamaları ve hareket türlerine örnek vermelerini gerektiren bir soru yer almaktadır. İkinci bölümde (2.-7. sorularda) öğrencilerin farklı yönlerdeki hareket türlerine ait X-t, V-t, a-t grafiklerini çizmelerini ve grafiklerden ulaşılacak bilgileri ifade etmelerini gerektiren 6 soru yer almaktadır. Son bölümde (8.-10. sorular) ise, öğrencilerin farklı türde ve yöndeki hareketlere ait X-t, V-t, a-t grafiklerini yorumlamalarını gerektiren 3 soru bulunmaktadır.

Araştırmacı tarafından geliştirilmiş, uzman görüşü alınmış 10 açık uçlu sorudan oluşan veri toplama aracı katılımcılara uygulanmadan önce örneklemin dışında kalan aynı yaşlardaki 4 öğrenciye uygulanmıştır. Öğrencilerden soruların anlaşılabilirliği hakkında olumsuz bir görüş belirtilmemiştir. Sadece testin uzun olmasını olumsuz bir durum olarak ifade etmişlerdir. Bu nedenle veriler toplanırken öğrencilerin gönüllü olması, rahat bir zamanda testin uygulanmasına dikkat edilmiştir.

2.3. Veri analizi

Öncelikle 1-7. sorulara verilen cevaplar doğru, kısmen doğru, yanlış ve cevap yok kategorilerinde; 8.-10. sorulara verilen cevaplar ise doğru, yanlış ve cevap yok kategorilerinde toplanmıştır. Böylece öğrencilerin eksik olan bilgi türleri belirlenmiştir. Oluşturulan kategoriler hakkında 2 uzman görüşü alınmış, bir uzman tarafından ise verilerin bir kısmının analizi yapılarak kodlayıcılar arasındaki uyuma bakılmıştır. Bilgi türleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi için 1.-7. sorular için doğru cevaplara 2, kısmen doğru cevaplara 1 puan; 8.-10. sorular için ise doğru cevaplara 1 puan verilerek veriler sayısallaştırılmıştır. Cevap verilmemesi ve yanlış cevap verilmesi durumunda puan verilmemiştir. Daha sonra ise hareket türlerine ilişkin açıklamalar, grafik çizimleri, grafik yorumlama (grafikteki hareketin yönünü, türünü, ulaşılacak bilgileri belirleme) şeklinde 3 başlık altında puanlar belirlenmiştir.

Veriler parametrik testlerin uygulanması için gereken koşulları sağlamadığından, non parametrik testler kullanılarak analiz edilmiştir. İki değişken arasındaki farklılık araştırılırken Wilcoxon işaretli sıralar, üç değişken arasındaki farklılık araştırılırken ise Friedman Anova testini takiben Wilcoxon, Bonferroni uygulanmıştır.

3. BULGULAR

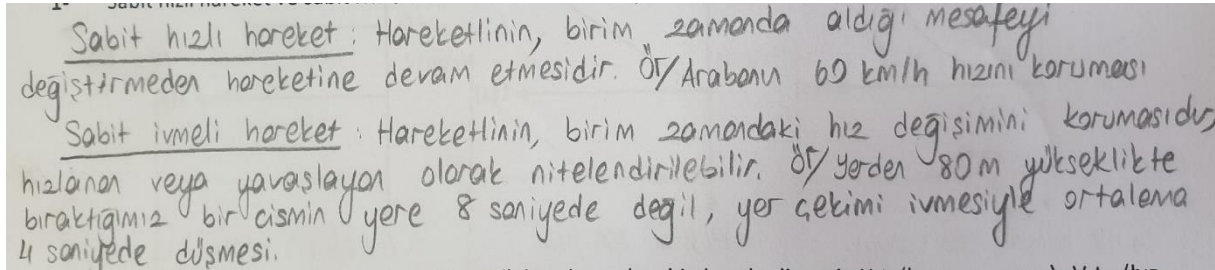
3.1. Öğrencilerin hareket türlerini açıklamalarına ilişkin bulgular

Bu bölümde öğrencilerin sabit hızlı ve sabit ivmeli harekete ilişkin yaptıkları tanımlar ve verdikleri örneklerden elde edilen bulgular sunulmaktadır.

Sabit hızlı hareketi tanımlarken birim zamanda alınan mesafenin değişmediğini, hareket boyunca hızının değişmediğini, ivmenin sıfır olduğunu belirten ifadeler doğru; ilgisiz cevaplar ise yanlış olarak kodlanmıştır. Hareket boyunca hızın aynı olduğunu belirten durumlara ilişkin verilen örnekler doğru, hızın sıfır olduğunu belirten örnekler ve ilgisiz cevaplar ise yanlış şekilde kodlanmıştır.

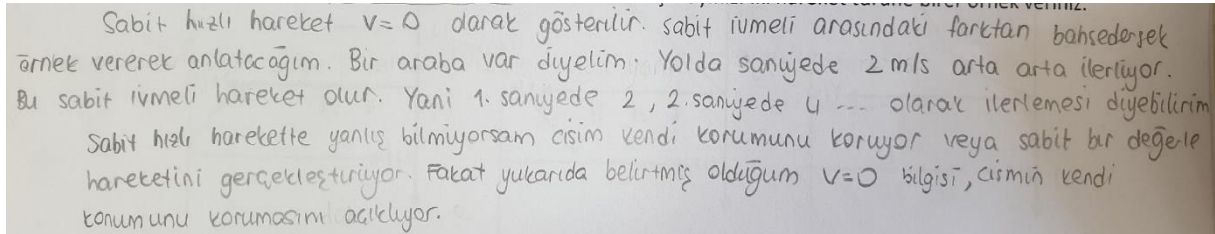
Sabit ivmeli hareketi tanımlarken hız değişiminin, ivmenin sabit kaldığını belirten ifadeler doğru kabul edilirken; hız değişimini sabit ancak sadece artış olarak belirten ifadeler kısmen doğru kabul edilmiştir. İlgisiz cevaplar ise yanlış kabul edilmiştir. Harekete ilişkin örnekte hız değişiminin aynı olduğunu belirten durumlar doğru kabul edilirken, verilen örnekteki hareketin doğru ama açıklamanın yanlış olduğu durumlar kısmen doğru kabul edilmiştir.

Örneğin şekil 1'de cevabı sunulan öğrencinin sabit hızlı harekete ilişkin tanımı ve örneği doğru; sabit ivmeli hareketin ise tanımı doğru, örneği kısmen doğru kabul edilmiştir.



Şekil 1. Hareket türlerine ilişkin Ö1'in açıklaması

Şekil 2'de sunulan öğrencinin verdiği cevaplar için ise sabit hızlı hareketin tanımı yanlış, sabit ivmeli hareket tanımı kısmen doğru, sabit ivmeli harekete ilişkin örnek doğru, sabit hızlı harekete ilişkin örnek verilmediği kabul edilmiştir.



Şekil 2. Hareket türlerine ilişkin Ö6'nun açıklaması

Bu kodlamalar doğrultusunda öğrencilerin verdikleri cevaplara ilişkin frekanslar tablo 1'de sunulmaktadır.

Tablo 1.

Hareket Türlerini Açıklamaya İlişkin Verilen Cevaplara Ait Frekanslar

	Doğru	Kısmen Doğru	Yanlış	Cevap yok
Sabit hızlı hareketi tanımlama	17	-	2	1
Sabit hızlı harekete örnek verme	11	-	1	8
Sabit ivmeli hareketi tanımlama	9	9	1	1
Sabit ivmeli harekete örnek verme	8	4	1	7

Tablo 1'e göre, öğrencilerin 17'sinin sabit hızlı hareketi doğru bir biçimde tanımladığı, 2'sinin yanlış olarak tanımladığı ve 1'inin ise bu soruya cevap vermediği görülmektedir. Sabit ivmeli hareketi ise öğrencilerin 9'unun doğru, 9'unun kısmen doğru, 1'inin de yanlış olarak tanımladığı ve 1'inin ise bu soruyu cevapsız bıraktığı görülmektedir. Sabit hızlı harekete 11 öğrencinin doğru şekilde, 1 öğrencinin ise yanlış şekilde örnek verdiği, 8 öğrencinin harekete ilişkin örnek vermediği görülmektedir. Sabit ivmeli harekete ise 8 öğrencinin doğru, 4 öğrencinin kısmen doğru, 1 öğrencinin yanlış örnek verdiği, 7 öğrencinin ise örnek vermediği görülmektedir.

Öğrencilerin hareket türlerini açıklamalarının istenilen bilgi türüne (tanımlama, örnek verme) ve hareketin türüne göre (sabit ivmeli hareket, sabit hızlı hareket) farklılaşma durumunu belirlemek için yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları tablo 2’de sunulmaktadır.

Tablo 2.*Öğrencilerin Açıklamalarının İstenilen Bilgi Türüne ve Hareketin Türüne Göre Farklılaşma Durumu*

		N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	Z	p	r
Tanımlama-Örnek Verme	Negatif Sıralar	5	3.50	17.50	-1.983	.047	-.443
	Pozitif Sıralar	8	9.19	73.50			
	Eşit	7					
	Toplam	20					
SİH - SHH	Negatif Sıralar	10	6.45	64.50	-1.365	.172	-.305
	Pozitif Sıralar	3	8.83	26.50			
	Eşit	7					
	Toplam	20					

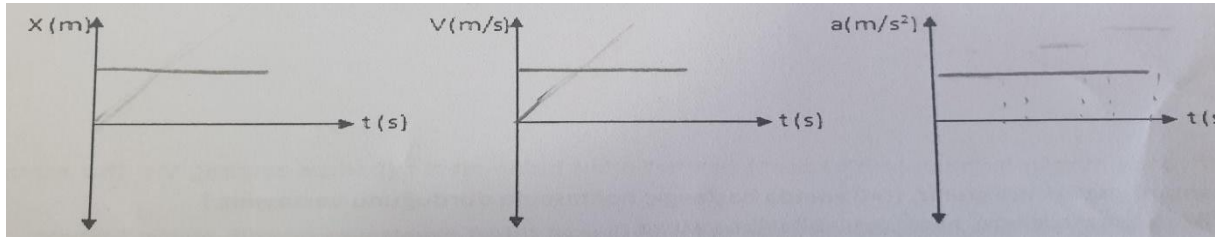
SİH: Sabit ivmeli hareket, SHH: Sabit hızlı hareket

Tablo 2’de görüldüğü gibi, tanımlama (Mean=3.05, Sd=1.09) ve örnek verme (Mean= 2.10, Sd=1.77) arasında anlamlı fark tespit edilmiştir ($z=-1.983$, $p<.05$, $r=-.443$). Bu farkın etkisi orta düzeydedir ve fark tanımlama lehinedir. Sabit ivmeli harekete ilişkin açıklama (Mean=2.35, Sd=1.18) sabit hızlı harekete ilişkin açıklama (Mean=2.80, Sd=1.50) arasında ise anlamlı fark tespit edilmemiştir ($z=-1.365$, $p>.05$, $r=-.305$).

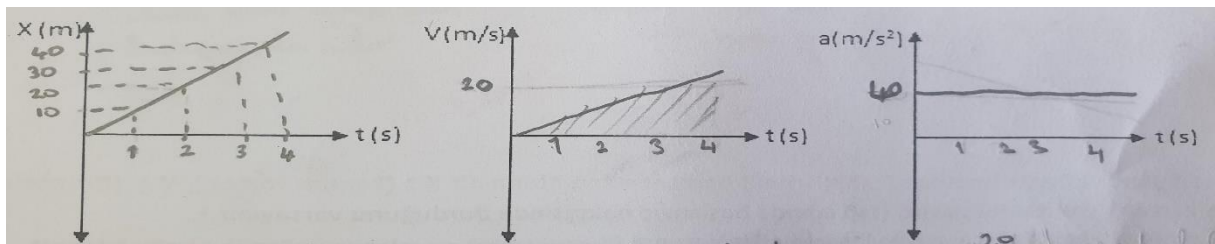
3.2. Öğrencilerin hareket türlerine ait grafikleri çizmelerine ilişkin bulgular

Katılımcıların üç hareket türünün iki yönüne ilişkin çizimleri doğru ve yanlış kategorilerinde değerlendirilmiştir. Doğru kategorisinde başlangıç noktası olarak sıfırı alan ve hareketi doğru temsil eden çizimler yer alırken, yanlış kategorisinde ise başlangıç noktası olarak sıfırı almayan veya hareketi doğru temsil etmeyen çizimler yer almıştır. Çizim yapmayanlar ise cevap yok kategorisinde toplanmıştır.

Öğrencilerin pozitif yönde sabit hızlı harekete ait yanlış çizimlerini içeren örnekler şekil 3 ve 4’te görülmektedir.



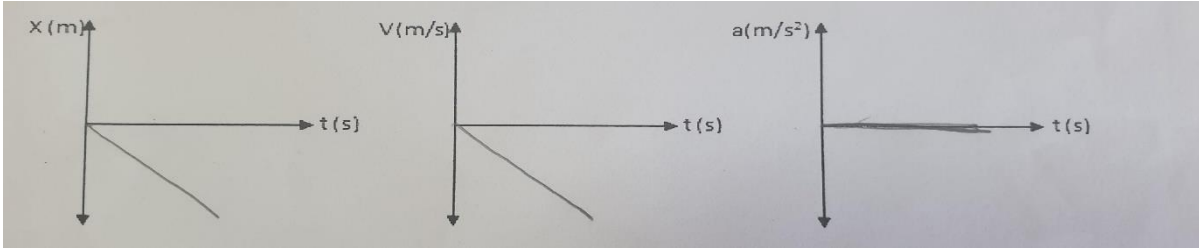
Şekil 3. Pozitif yönde sabit hızlı harekete ait Ö15'in grafik çizimleri



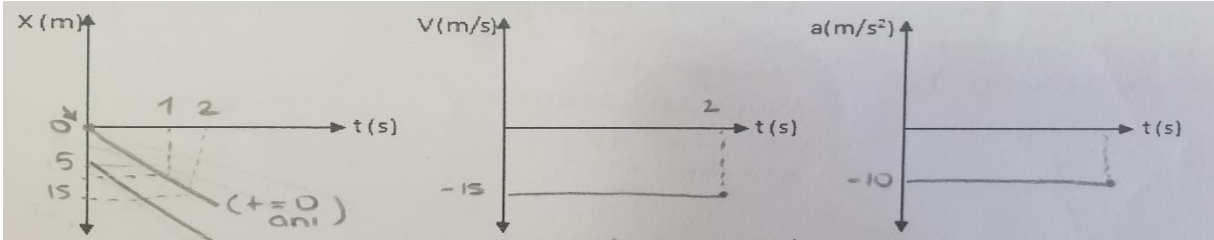
Şekil 4. Pozitif yönde sabit hızlı harekete ait Ö16'nın grafik çizimleri

Şekil 3 ve 4’te görüldüğü gibi Ö15 harekete ait X-t ve a-t grafiklerini, Ö16 ise V-t ve a-t grafiklerini hareketi temsil etmeyen bir şekilde çizmiştir.

Öğrencilerin negatif yönde sabit hızlı harekete ait yanlış çizimlerini içeren örnekler şekil 5 ve 6’da görülmektedir.



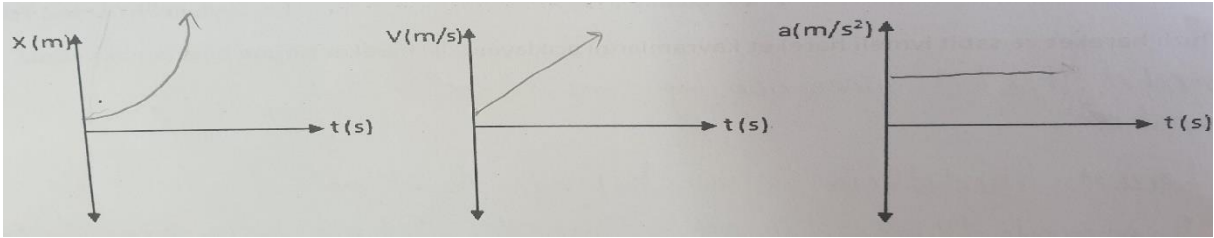
Şekil 5. Negatif yönde sabit hızlı harekete ait Ö20'nin grafik çizimleri



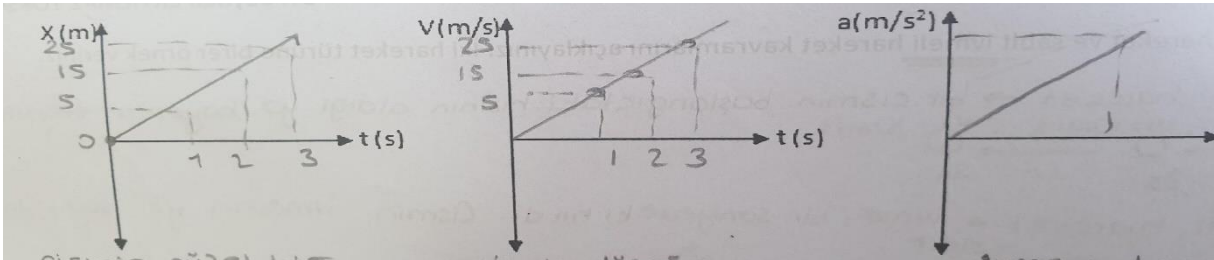
Şekil 6. Negatif yönde sabit hızlı harekete ait Ö17'nin grafik çizimleri

Şekil 5 ve 6'da görüldüğü gibi Ö17 a-t grafiğini, Ö20 ise V-t grafiğini hareketi temsil etmeyen bir şekilde çizmiştir.

Öğrencilerin pozitif yönde düzgün hızlanan harekete ait yanlış çizimlerini içeren örnekler şekil 7 ve 8'de görülmektedir.



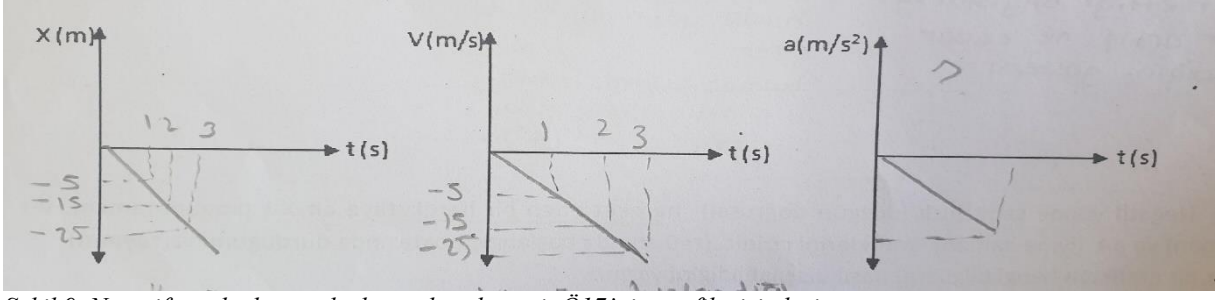
Şekil 7. Pozitif yönde düzgün hızlanan harekete ait Ö10'un grafik çizimleri



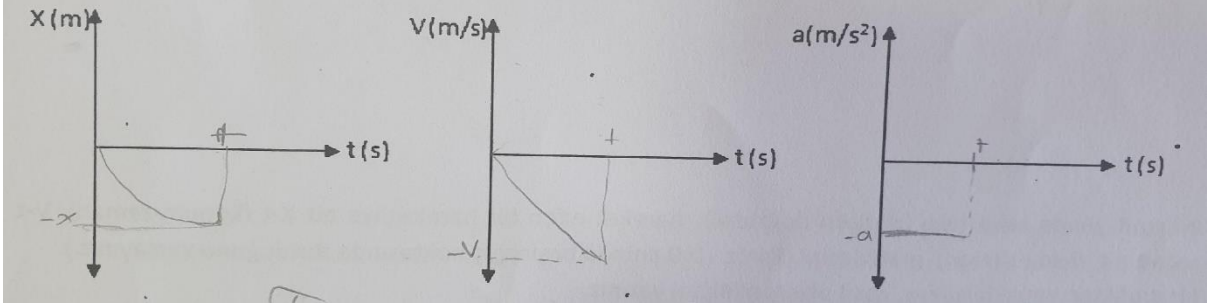
Şekil 8. Pozitif yönde düzgün hızlanan harekete ait Ö17'nin grafik çizimleri

Şekil 7 ve 8'de görüldüğü gibi Ö10, grafiği hareketi temsil edecek şekilde çizmiş ancak başlangıç noktasını sıfır kabul etmemiş, Ö17 ise X-t ve a-t grafiklerini hareketi temsil edecek şekilde çizmemiştir.

Öğrencilerin negatif yönde düzgün hızlanan harekete ait yanlış çizimlerini içeren örnekler şekil 9 ve 10'da görülmektedir.

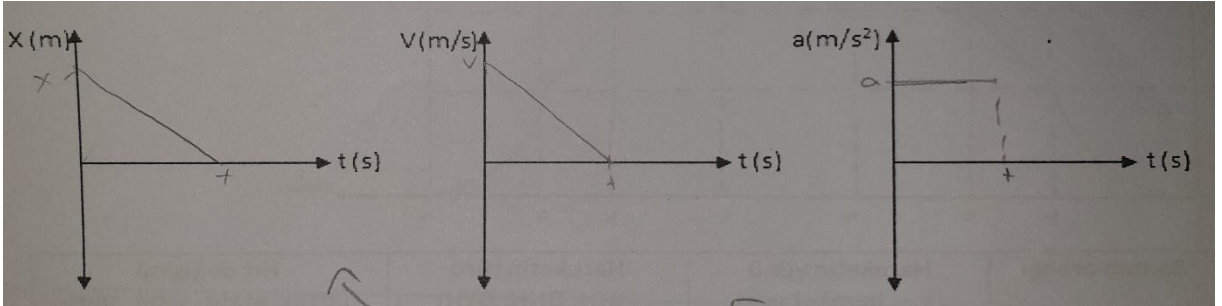


Şekil 9. Negatif yönde düzgün hızlanan harekete ait Ö17'nin grafik çizimleri

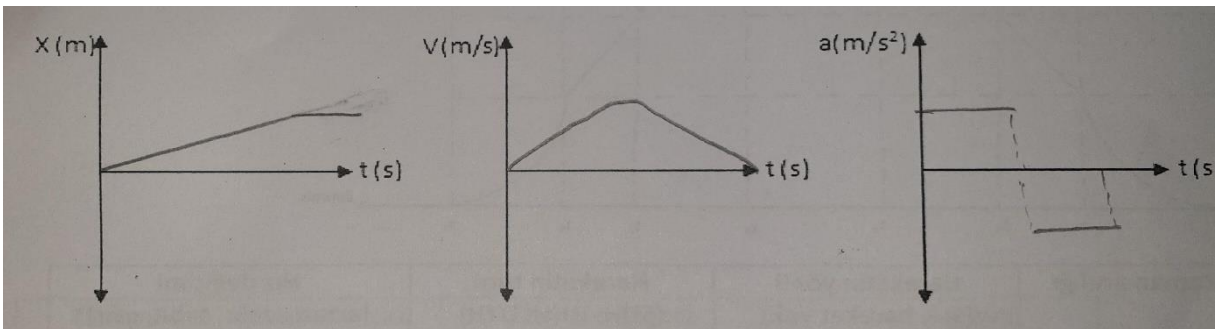


Şekil 10. Negatif yönde düzgün hızlanan harekete ait Ö4'ün grafik çizimleri

Şekil 9 ve 10'da görüldüğü gibi Ö17 ve Ö4, x-t ve a-t grafiklerini hareketi temsil etmeyecek şekilde çizmişlerdir. Öğrencilerin pozitif yönde düzgün yavaşlayan harekete ait yanlış çizimlerini içeren örnekler şekil 11 ve 12'de görülmektedir.



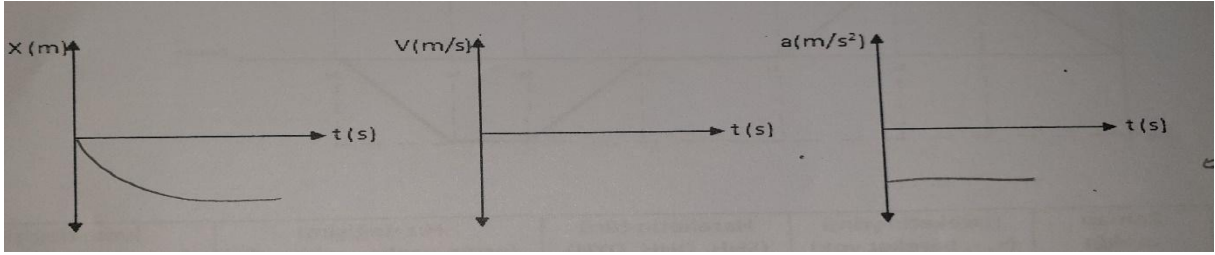
Şekil 11. Pozitif yönde düzgün yavaşlayan harekete ait Ö4'ün grafik çizimleri



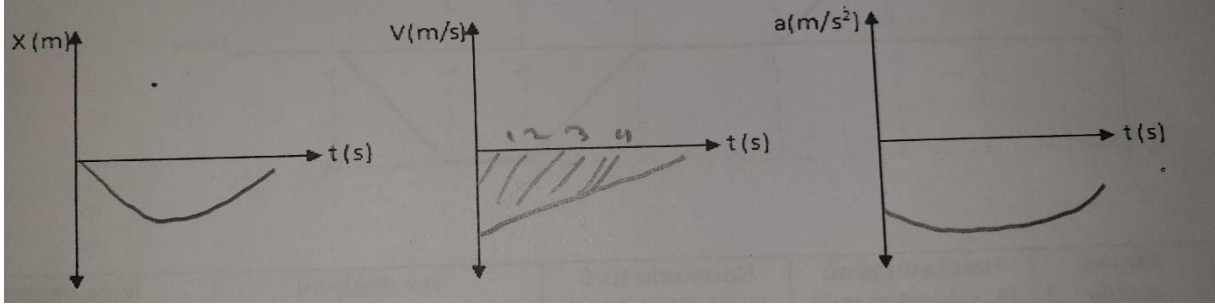
Şekil 12. Pozitif yönde düzgün yavaşlayan harekete ait Ö9'un grafik çizimleri

Şekil 11 ve 12'de görüldüğü gibi Ö9 bütün grafikleri, Ö4 ise X-t ve a-t grafiklerini hareketi temsil etmeyecek şekilde çizmiştir.

Şekil 13 ve 14'te ise negatif yönde düzgün yavaşlayan harekete ait yanlış çizimler görülmektedir.



Şekil 13. Negatif yönde düzgün yavaşlayan harekete ait Ö2'nin grafik çizimleri



Şekil 14. Negatif yönde düzgün yavaşlayan harekete ait Ö16'nın grafik çizimleri

Şekil 13 ve 14'te görüldüğü gibi Ö2 V-t grafiğini çizmemiş, a-t grafiğini ise yanlış çizmiştir. Ö16 ise X-t ve a-t grafiklerini hareketi temsil etmeyecek şekilde çizmiştir.

Öğrencilerin grafik çizimlerine ilişkin cevaplarına ait frekanslar tablo 3'te sunulmaktadır.

Tablo 3.

Grafik Çizimlerine İlişkin Bulgular

Hareket türü	Grafik	Doğru	Yanlış	Cevap yok
Pozitif yönde SHH	X-t	19	1	-
	V-t	19	1	-
	a-t	15	3	2
Negatif yönde SHH	X-t	19	1	-
	V-t	18	2	-
	a-t	13	5	2
Pozitif yönde SİHH	X-t	16	3	1
	V-t	19	1	-
	a-t	17	3	-
Negatif yönde SİHH	X-t	16	3	1
	V-t	18	2	-
	a-t	17	3	-
Pozitif yönde SİYH	X-t	12	5	3
	V-t	18	1	1
	a-t	8	9	3
Negatif yönde SİYH	X-t	13	5	2
	V-t	17	1	2
	a-t	5	11	4

SHH: Sabit hızlı hareket, SİHH: Sabit ivmeli hızlanan hareket, SİYH: Sabit ivmeli yavaşlayan hareket

Tablo 3'te görüldüğü gibi pozitif yönde SHH'ye ilişkin X-t ve V-t grafiğini öğrencilerin 19'u doğru, 1'i yanlış çizmiştir. Aynı harekete ilişkin a-t grafiğini ise öğrencilerin 15'i doğru, 3'ü yanlış çizmiştir. 2 öğrenci ise ilgili grafiğe ilişkin çizim yapmamıştır. Negatif yönde SHH'ye ilişkin X-t grafiğini öğrencilerin 19'u doğru, 1'i yanlış çizmiştir. Aynı harekete ilişkin V-t grafiğini 18 öğrenci doğru, 2 öğrenci yanlış çizmiştir. Aynı harekete ilişkin a-t grafiğini ise 13 öğrenci doğru, 5 öğrenci yanlış çizmiştir. 2 öğrenci ilgili grafiğe ilişkin herhangi bir çizim yapmamıştır. Pozitif yönde SİHH'ye ilişkin X-t grafiğini 16 öğrenci doğru, 3 öğrenci yanlış çizmiştir. 1 öğrenci ise ilgili grafiğe ilişkin herhangi bir çizim yapmamıştır. Aynı harekete ilişkin V-t grafiğini 19 öğrenci doğru, sadece 1 öğrenci yanlış çizmiştir. Aynı harekete ilişkin a-t grafiğini ise öğrencilerin 17'si doğru, 3'ü yanlış çizmiştir. Negatif yönde SİHH'ye ilişkin X-t grafiğini 16 öğrenci doğru, 3 öğrenci yanlış çizmiştir. 1 öğrenci ise ilgili grafiğe ilişkin herhangi bir çizim yapmamıştır. Aynı harekete ilişkin V-t grafiğini 18 öğrenci doğru, 2 öğrenci yanlış çizmiştir. Aynı harekete ilişkin a-t grafiğini ise 17 öğrenci doğru, 3 öğrenci yanlış çizmiştir. Pozitif yönde SİYH'ye ilişkin X-t grafiğini öğrencilerin 12'si doğru, 5'i yanlış çizmiştir. 3 öğrenci ise ilgili

grafiğe ilişkin bir çizim yapmamıştır. Aynı harekete ilişkin V-t grafiğini öğrencilerin 18'i doğru, 1'i yanlış çizmiştir. 1 öğrenci ilgili grafiğe ilişkin çizim yapmamıştır. Aynı harekete ilişkin a-t grafiğini 8 öğrenci doğru, 9 öğrenci yanlış çizmiştir. 3 öğrenci ise ilgili grafiğe ilişkin bir çizim yapmamıştır. Negatif yönde SİYH'ye ilişkin X-t grafiğini 13 öğrenci doğru, 5 öğrenci yanlış çizmiştir. 2 öğrenci ilgili grafiğe ilişkin bir çizim yapmamıştır. Aynı harekete ilişkin V-t grafiğini öğrencilerin 17'si doğru, 1'i yanlış çizmiştir. 2 öğrenci ise ilgili grafiğe ilişkin bir çizim yapmamıştır. Aynı harekete ilişkin a-t grafiğini öğrencilerin 5'i doğru, 11'i yanlış çizmiştir. 4 öğrenci ise ilgili grafiğe ilişkin bir çizim yapmamıştır.

Öğrencilerin hareket türüne ve grafik türüne göre grafik çizimlerinden aldıkları puanlar arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan Friedman Anova testi sonuçları tablo 4'te sunulmaktadır.

Tablo 4.*Hareket ve Grafik Türüne Göre Grafik Çizimlerinin Farklılaşma Durumu*

	Mean	SD	Sıra Ortalaması	X ²	df	p	Anlamlı farklılık
x-t Çizim	4.60	1.90	2.10				
V-t Çizim	5.30	1.17	2.53	18.65	2	.001	a-t & X-t, a-t & V-t
a-t Çizim	3.60	2.13	1.38				
DHH Çizim	4.60	1.67	2.15				
SHH Çizim	5.00	1.38	2.43	15.250	2	.001	DYH-DHH, SHH-DYH
DYH Çizim	3.50	1.82	1.43				

DHH: Düzgün hızlanan hareket, SHH: Sabit hızlı hareket, DYH: Düzgün yavaşlayan hareket

Tablo 4 incelendiğinde öğrencilerin x-t, V-t. ve a-t grafik çizimleri arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($\chi^2(2) = 18.65$, $p = .001$). Bunu takiben Wilcoxon testi uygulanmış, Bonferroni Correction uygulanmış ve tüm etkiler 0.0167 anlamlılık düzeyinde rapor edilmiştir. V-t ve x-t grafik çizme puanları arasında ($T = 42$, $r = -.333$) farklılık görülmezken, a-t ve x-t ($T = 9$, $r = -.625$), a-t ve V-t ($T = 10$, $r = -.711$) grafik çizme puanları arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Hareket türlerine göre çizim puanları arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($\chi^2(2) = 15.250$, $p = .001$). Bunu takiben Wilcoxon testi uygulanmış, Bonferroni Correction uygulanmış ve tüm etkiler 0.0167 anlamlılık düzeyinde rapor edilmiştir. SHH-DHH grafik çizme puanları arasında ($T = 49$, $r = -.328$) farklılık görülmezken. DYH-DHH ($T = 7$, $r = -.686$) ve SHH-DYH ($T = 99$, $r = -.692$) grafik çizme puanları arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir.

Öğrencilerin hareketin yönüne göre grafik çizimlerinden aldıkları puanlar arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları tablo 5'te sunulmaktadır.

Tablo 5.*Hareketin Yönüne Göre Grafik Çizimlerinin Farklılaşma Durumu*

	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	Z	p	r
Negatif-pozitif yönde hareket	Negatif Sıralar	19	10.00	190.00		
	Pozitif Sıralar	0			-3.895	.000
	Eşit	1				
	Toplam	20				

Tablo 5'te görüldüğü gibi yöne göre grafik çiziminde pozitif (Mean=7.60, Sd=2.34) ve negatif (Mean=6.00, Sd=2.42) yönler açısından anlamlı fark tespit edilmiştir ($z = -3.895$, $p < .001$, $r = -.870$) ve fark pozitif yönde grafik çizimi lehinedir.

3.3. Öğrencilerin hareket grafiklerini yorumlamalarına ilişkin bulgular

3.3.1. Öğrencilerin hareket grafiklerinden ulaşılabilecek bilgileri belirlemelerine yönelik bulgular

Öğrencilerin hareket türlerine ait grafiklerden hangi bilgilere nasıl ulaşılabileceğine ilişkin cevapları doğru, yanlış, kısmen doğru, cevap yok kategorilerinde toplanmıştır. X-t grafiği için eğimden hıza ulaşıldığını belirten cevaplar doğru, sadece hızın formülünü yazan ancak nasıl (eğim ya da alandan) ulaşılabildiğini belirtmeyenler kısmen doğru, ilgisiz cevaplar yanlış kategorisine alınmıştır. V-t grafiği için grafik eğrisi ile t ekseninde kalan alandan yer değiştirmeye, eğimden ise ivmeye ulaşılabildiğini belirtenler doğru, bunlardan birini belirtenler ve sadece ivme formülünü yazanlar kısmen doğru, ilgisiz cevaplar yanlış kategorisinde toplanmıştır. a-t grafiği için ise grafik eğrisi ile t ekseninde kalan alandan hız değişimine ulaşılabildiğini belirtenler doğru, aynı alandan hıza ulaşıldığını belirten ya da sadece ivme formülünü yazanlar kısmen doğru, ilgisiz cevaplar yanlış kategorisinde toplanmıştır. Bu kategorilere ilişkin cevapların frekansları tablo 6'da sunulmaktadır.

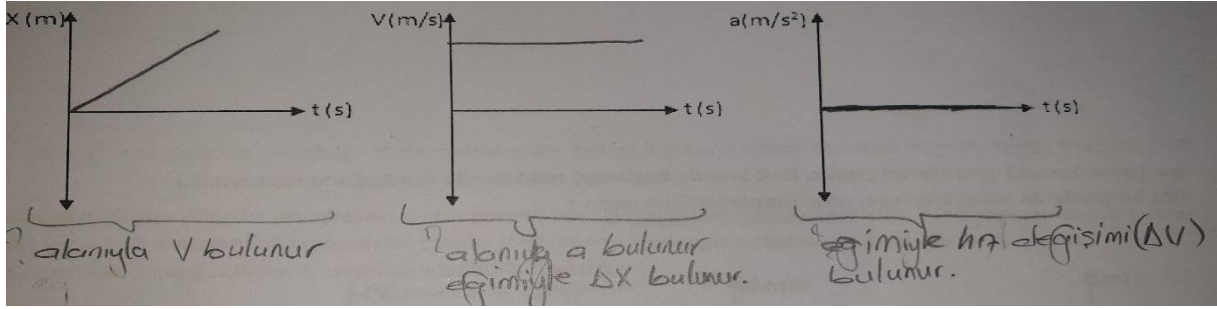
Tablo 6.*Hareket Grafiklerinden Ulaşılabilecek Bilgilere İlişkin Öğrenci Cevaplarına Ait Bulgular*

Hareket türü	Grafik	Doğru	Kısmen doğru	Yanlış	Cevap yok
Pozitif yönde SHH	X-t	8	2	2	8
	V-t	5	6	3	6
	a-t	4	4	3	9
Negatif yönde SHH	X-t	7	1	1	11
	V-t	4	6	1	9
	a-t	5	2	1	12
Pozitif yönde SİHH	X-t	7	1	-	12
	V-t	4	4	1	11
	a-t	5	1	-	14
Negatif yönde SİHH	X-t	6	-	-	14
	V-t	3	5	-	12
	a-t	5	1	-	14
Pozitif yönde SİYH	X-t	4	-	-	16
	V-t	3	2	-	15
	a-t	5	-	-	15
Negatif yönde SİYH	X-t	3	-	-	17
	V-t	3	3	-	14
	a-t	5	-	1	14

SHH: Sabit hızlı hareket, SİHH: Sabit ivmeli hızlanan hareket, SİYH: Sabit ivmeli yavaşlayan hareket

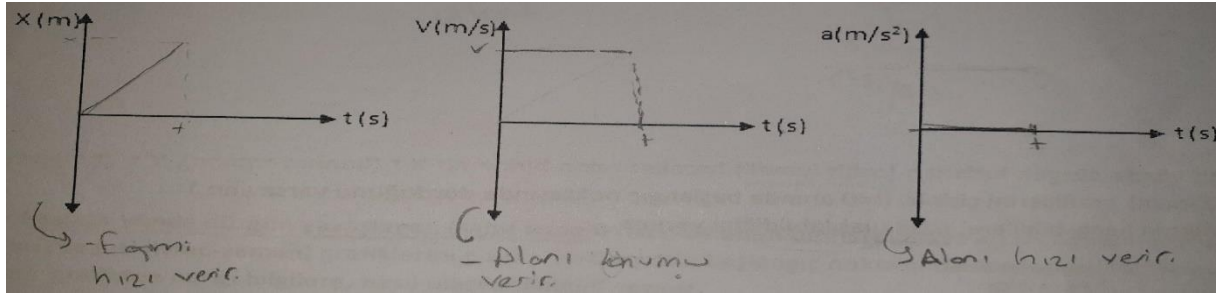
Tablo 6’da görüldüğü gibi pozitif yönde SHH’ye ilişkin X-t grafiğinden ulaşılacak bilgileri 8 öğrenci doğru, 2 öğrenci kısmen doğru, 2 öğrenci yanlış ifade etmiştir. 8 öğrenci ise cevap vermemiştir. Aynı harekete ilişkin V-t grafiğinden ulaşılacak bilgileri ise 5 öğrenci doğru, 6 öğrenci kısmen doğru, 3 öğrenci yanlış belirtmiştir. 6 öğrenci ise cevap vermemiştir. Aynı harekete ilişkin a-t grafiğinden ulaşılacak bilgileri ise 4 öğrenci doğru, 4 öğrenci kısmen doğru, 3 öğrenci yanlış belirtmiştir. 9 öğrenci cevap vermemiştir. Negatif yönde SHH’ye ilişkin X-t grafiğinden ulaşılacak bilgileri 7 öğrenci doğru, 1 öğrenci kısmen doğru, 1 öğrenci yanlış ifade etmiştir. 11 öğrenci ise cevap vermemiştir. Aynı harekete ilişkin V-t grafiğinden ulaşılacak bilgileri ise 4 öğrenci doğru, 6 öğrenci kısmen doğru, 1 öğrenci yanlış belirtmiştir. 9 öğrenci ise cevap vermemiştir. Aynı harekete ilişkin a-t grafiğinden ulaşılacak bilgileri ise 5 öğrenci doğru, 2 öğrenci kısmen doğru, 1 öğrenci yanlış belirtmiştir. 12 öğrenci cevap vermemiştir. Pozitif yönde SİHH’ye ilişkin X-t grafiğinden ulaşılacak bilgileri 7 öğrenci doğru, 1 öğrenci kısmen doğru ifade etmiştir. 12 öğrenci ise cevap vermemiştir. Aynı harekete ilişkin V-t grafiğinden ulaşılacak bilgileri ise 4 öğrenci doğru, 4 öğrenci kısmen doğru, 1 öğrenci yanlış belirtmiştir. 11 öğrenci ise cevap vermemiştir. Aynı harekete ilişkin a-t grafiğinden ulaşılacak bilgileri ise 5 öğrenci doğru, 1 öğrenci kısmen doğru belirtmiştir. 14 öğrenci cevap vermemiştir. Negatif yönde SİHH’ye ilişkin X-t grafiğinden ulaşılacak bilgileri 6 öğrenci doğru ifade etmiştir. 14 öğrenci ise cevap vermemiştir. Aynı harekete ilişkin V-t grafiğinden ulaşılacak bilgileri ise 3 öğrenci doğru, 5 öğrenci kısmen doğru belirtmiştir. 12 öğrenci ise cevap vermemiştir. Aynı harekete ilişkin a-t grafiğinden ulaşılacak bilgileri ise 5 öğrenci doğru, 1 öğrenci kısmen doğru belirtmiştir. 14 öğrenci cevap vermemiştir. Pozitif yönde SİYH’ye ilişkin X-t grafiğinden ulaşılacak bilgileri 4 öğrenci doğru şekilde ifade etmiştir. 16 öğrenci ise cevap vermemiştir. Aynı harekete ilişkin V-t grafiğinden ulaşılacak bilgileri ise 3 öğrenci doğru, 2 öğrenci ise kısmen doğru şekilde belirtmiştir. 15 öğrenci ise cevap vermemiştir. Aynı harekete ilişkin a-t grafiğinden ulaşılacak bilgileri ise 5 öğrenci doğru şekilde belirtmiştir. 15 öğrenci cevap vermemiştir. Negatif yönde SİYH’ye ilişkin X-t grafiğinden ulaşılacak bilgileri 3 öğrenci doğru şekilde ifade etmiştir. 17 öğrenci ise cevap vermemiştir. Aynı harekete ilişkin V-t grafiğinden ulaşılacak bilgileri ise 3 öğrenci doğru, 3 öğrenci kısmen doğru şekilde belirtmiştir. 14 öğrenci ise cevap vermemiştir. Aynı harekete ilişkin a-t grafiğinden ulaşılacak bilgileri ise 5 öğrenci doğru, 1 öğrenci yanlış belirtmiştir. 14 öğrenci cevap vermemiştir.

Örneğin Ö7 pozitif yönde sabit hızlı hareket için grafikleri doğru çizmiştir ancak her üç grafik için ulaşılan bilgileri de yanlış açıklamıştır. Cevaplarına ilişkin görsel şekil 15’teki gibidir.



Şekil 15. Pozitif yönde sabit hızlı hareket grafiklerinden ulaşılan bilgilere ilişkin yanlış cevap örneği

Ö4 pozitif yönde sabit hızlı hareket için grafikleri doğru çizmiştir ancak grafiklerinden ulaşılabilecek bilgileri için X-t grafiği için doğru, V-t ve a-t grafikleri için ulaşılan kısmen doğru cevaplamıştır. Bu durum şekil 16'daki gibidir.



Şekil 16. Pozitif yönde sabit hızlı hareket grafiklerinden ulaşılan bilgilere ilişkin yanlış cevap örneği

3.3.2. Öğrencilerin hareket ile ilgili grafikleri okumalarına ilişkin bulgular

7 zaman diliminde farklı yönlerde farklı hareket türleri içeren, birbirine paralel şekilde hazırlanan X-t, V-t ve a-t grafikleri öğrencilere sunulmuştur. Hareket yönü için (+), (-) ve "hareket yok"; hareket türü için ise SHH (Sabit hızlı hareket), DHH (Düzenli hızlanan hareket), DYH (Düzenli yavaşlayan hareket) seçeneklerinden birini yazarak cevaplarını belirtmişlerdir. Cevaplar ise grafik türünde belirtilen zaman aralığına uygunluğuna göre değerlendirilerek doğru, yanlış ve cevap yok kategorilerinde toplanmıştır. Cevaplara ilişkin frekanslar tablo 7'de sunulmaktadır.

Tablo 7.

Grafik Okumaya İlişkin Bulgular

Grafik türü	İstenen bilgi	0-t ₁			t ₁ -t ₂			t ₂ -t ₃			t ₃ -t ₄			t ₄ -t ₅			t ₅ -t ₆			t ₆ -t ₇		
		D	Y	CY	D	Y	CY	D	Y	CY	D	Y	CY	D	Y	CY	D	Y	CY	D	Y	CY
X-t	HT	20	0	0	19	0	1	18	1	1	19	0	1	18	2	0	18	2	0	18	1	1
	HY	19	0	1	19	1	0	19	0	1	19	0	1	15	3	2	18	2	0	16	2	2
V-t	HT	20	0	0	20	0	0	18	2	0	19	1	0	20	0	0	20	0	0	16	4	0
	HY	19	1	0	20	0	0	20	0	0	19	1	0	19	1	0	20	0	0	20	0	0
a-t	HT	16	2	2	16	2	2	16	0	4	17	0	3	6	9	5	16	0	4	6	11	3
	HY	16	2	2	16	2	2	16	0	4	6	9	5	6	9	5	6	9	5	6	9	5

HT: Hareket türü, HY: Hareket yönü, D:Doğru cevap, Y: Yanlış cevap, CY: Cevap yok

Tablo 7'de görüldüğü gibi öğrenciler sunulan X-t ve V-t grafiklerinde hareketin yönünü ve hareketin türünü genel olarak doğru belirleyebilmişlerdir. Belirlenen zaman aralıklarına göre hareketin yönünü ve türünü doğru cevaplayan öğrenci sayısı genellikle 18'in altına düşmemiştir. Sunulan a-t grafiğindeki hareketin yönünü ve hareketin türünü belirlemede doğru cevap verme oranları biraz düşmüştür. Belirlenen zaman aralıklarına göre hareketin yönünü ve türünü doğru cevaplayan öğrenci sayısı 6'ya kadar düşmüştür.

Öğrencilerin grafik okumaya ilişkin puanlarının hareketin ve grafiğin türüne göre farklılaşma durumunu belirlemek için yapılan Friedman Anova testi sonuçları tablo 8'de görülmektedir.

Tablo 8.*Hareket ve Grafik Türüne Göre Grafik Okumanın Farklılaşma Durumu*

	Mean	SD	Sıra Ortalaması	X ²	df	p	Anlamlı farklılık
x-t okuma	12.75	2.12	2.25				
V-t okuma	13.45	0.94	2.35	16.148	2	.001	a-t & X-t, a-t & V-t
a-t okuma	8.35	4.69	1.40				
DHH okuma	10.45	1.85	2.55				
SHH okuma	9.70	1.95	1.80	16.174	2	.001	DYH-SHH
DYH okuma	9.45	2.24	1.65				

Tablo 8 incelendiğinde öğrencilerin grafikleri okuma puanları arasında grafik türüne göre anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($\chi^2(2)=16.148$, $p=.001$). Bunu takiben Wilcoxon, Bonferroni correction uygulanmış ve tüm etkiler 0.0167 anlamlılık düzeyinde rapor edilmiştir. V-t ve X-t grafiklerini okuma arasında ($T=28.50$, $r=-.333$) farklılık görülmezken. a-t ve X-t grafiklerini okuma ($T=1$, $r=-.729$). a-t ve V-t ($T=3$, $r=-.756$) arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Bununla birlikte grafik okumanın hareket türüne göre farklılaştığı da tespit edilmiştir ($\chi^2(2)=16.174$, $p=.000$). Bunu takiben Wilcoxon, Bonferroni correction uygulanmış ve tüm etkiler 0.0167 anlamlılık düzeyinde rapor edilmiştir. DHH-SHH ($T=9.50$, $r=-.535$), DYH-DHH ($T=0$, $r=-.209$) grafiklerini okuma arasında farklılık görülmezken. DYH-SHH ($T=11.50$, $r=-.700$) grafikleri okuma arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Burada belirlenen fark SHH lehinedir.

Hareketin yönüne göre grafik okumanın farklılaşmasına ilişkin bulgular ise tablo 9'da sunulmaktadır.

Tablo 9.*Grafik Okumanın Hareketin Yönüne Göre Farklılaşma Durumu*

	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	Z	p	r
Negatif-pozitif yönde hareket	Negatif Sıralar	13	8.00	104.00		
	Pozitif Sıralar	1	1.00	1.00	-3.263	.001
	Eşit	6				
	Toplam	20				

Tablo 9'da görüldüğü gibi, pozitif (Mean=16.30, Sd=2.90) ve negatif (Mean=13.30, Sd=3.37) yönlere hareketlere ilişkin grafikleri okuma açısından anlamlı fark tespit edilmiştir ($z=-3.263$, $p<.01$, $r=-.729$) ve fark pozitif yöndeki hareket lehinedir.

Grafik yorumlamanın alt bölümleri olarak görülen grafik okuma ve grafiklerden ulaşılabilecek bilgileri belirlemeye ilişkin puanlar arasındaki farklılığın araştırılmasına ilişkin test sonucu tablo 10'da görüldüğü gibidir.

Tablo 10.*Grafik Okuma ve Grafikten Ulaşılabilecek Bilgileri Belirleme Durumları Arasındaki Farklılık*

	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	Z	p	r
Bilgileri belirleme- Okuma	Negatif Sıralar	1	4.00	4.00		
	Pozitif Sıralar	18	10.33	186.00	-3,671	.000
	Eşit	1				
	Toplam	20				

Tablo 10'da görüldüğü verilen bir grafiği okuma (Mean=34.55, Sd=6.32) ve verilen grafikten ulaşılabilecek bilgileri belirleme (Mean=9.75, Sd=13.53) arasında, grafik okuma lehine anlamlı fark tespit edilmiştir ($z=-3.671$, $p<.01$, $r=-.821$).

3.4. Öğrencilerin hareket türlerini açıklamaya, ilgili grafikleri çizmeye ve yorumlamaya ilişkin bilgileri arasındaki ilişkilere ait bulgular

Öğrencilerin hareket türlerini açıklamaya, hareketlerle ilgili grafik çizmeye ve grafikleri yorumlamaya ilişkin bilgileri arasındaki farklılığın belirlenmesi için uygulanan test sonuçları tablo 11'de sunulmaktadır.

Tablo 11.*Açıklama, Grafik Çizme ve Grafik Yorumlama Arasındaki Farklılıklar*

	Mean	SD	Sıra Ortalaması	X ²	df	p	Anlamlı farklılık
Açıklama	5.15	2.28	1.05				
Grafik	44.30	14.47	1.95	38.10	2	.000	Açıklama- grafik yorumlama/grafik çizme, Grafik çizme-Grafik yorumlama
Yorumlama							
Grafik Çizme	13.60	4.71	3.00				

Tablo 11 incelendiğinde öğrencilerin açıklama, grafik yorumlama ve çizme puanları arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($\chi^2 (2) = 38.10$, $p = .000$). Bunu takiben Wilcoxon, Bonferroni correction uygulanmış ve tüm etkiler 0.0167 anlamlılık düzeyinde rapor edilmiştir. Açıklama ve grafik yorumlama ($T = 210$, $r = -.876$), grafik yorumlama-grafik çizme ($T = 210.50$, $r = -.876$), açıklama-grafik çizme ($T = 208.50$, $r = -.865$) arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Öğrencilerin grafik yorumlamada daha başarılı oldukları belirlenmiştir (Mean=44.30, Sd=14.47)

4.TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma 11. sınıf öğrencilerinin hareket ile ilgili grafikleri açıklama, çizme ve yorumlama bilgilerini betimlemek ve ilgili bilgiler arasındaki ilişkileri hareketin türüne ve yönüne göre incelemek amacıyla yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre 11. sınıf öğrencileri sabit ivmeli hareketi tanımlamada ve hareket türlerine (sabit hızlı ve sabit ivmeli) örnek vermede güçlük çekmektedirler (Tablo1). Bu güçlüğü'nin nedeni öğrencilerin ivme kavramına yönelik eksik bilgileri (Mchunu & Imenda, 2012) olabilir. Yıldız vd. (2007) araştırmalarında fen bilgisi öğretmenliğinde öğrenim gören öğrencilerin, Öztuna vd. (2014) fizik bölümü öğrencilerinin dahi ivme kavramı ile ilgili eksik/yanlış bilgilerinin olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmaya katılan öğrencilerin örnek vermede tanımlamaya göre daha çok güçlük çektikleri belirlenmiştir (Tablo 2). Çetin'in (2014) belirttiği gibi mekanik konuları günlük hayattan örnekler vermeye oldukça uygundur. Öğretmenler derslerde hareket türlerini açıklarken günlük hayattan örnekler daha çok yer vererek, öğrencilerden örnekler bulmalarını isteyerek, öğrencileri aktif kılan yöntemler kullanarak bu olumsuzluğu gidermeye yardımcı olabilir. Ders kitapları ise günlük hayatla ilişkilendirmeye daha uygun görsellerin yer aldığı şekilde düzenlenebilir. Tekbıyık ve Akdeniz (2010)'un belirttiği gibi günlük hayattan olaylar ile fizikteki temel kavramların öğretimine başlanmasını savunan bağlam temelli öğrenme yaklaşımı kullanılabilir. Ancak öncelikle öğretmenler bağlam temelli öğrenme yaklaşımı hakkında bilgilendirilmelidir (Topuz vd., 2013).

Öğrencilerin istenilen hareket türüne ait grafik çiziminde genel olarak başarılı oldukları tespit edilmiştir. Ancak hareket türü açısından bakıldığında sabit ivmeli harekete, hareketin yönü açısından bakıldığında negatif yöndeki harekete, grafik türü açısından bakıldığında a-t grafiklerini, hızlanan harekete göre ise yavaşlayan harekete ilişkin grafikleri çizmede güçlük çekmektedirler (Tablo 3, 4, 5). Benzer şekilde Ceuppens vd. (2019) öğrencilerin hızın negatif olduğu durumlarda ve a-t grafiklerinde güçlük çektiklerini belirlemişlerdir. Çalışmada ulaşılan diğer bulgulara göre öğrenciler grafik çizmeye göre grafikleri okumada (Tablo11), pozitif yöndeki harekete ilişkin grafikleri okumada negatif yöndeki harekete göre daha başarılıdırlar (Tablo 9). Yayla ve Özsevgeç (2015) ise ortaokul öğrencilerinin grafik çizme ve yorumlama puanları arasında pozitif yönde bir ilişki olduğunu tespit etmişlerdir. Bu nedenle grafik çizme, yorumlama gibi bilgi türlerinin birbiriyle olan ilişkilerinin konuya bağımlı olup olmadığı sonraki çalışmalarda araştırılabilir.

Öğrencilerin grafiklerden hangi bilgilere nasıl ulaşılacağına ilişkin bilgilerinde eksiklikler olduğu tespit edilmiştir (Tablo 6). Bu durum öğrencilerin grafik yorumlamada eksikleri olduğunu göstermektedir. Bu bulgu literatürdeki araştırmalarla örtüşmektedir (Aydın & Tarakçı, 2018). Taşdemir vd. (2005), grafik yorumlama becerilerini geliştirmede işbirlikli öğrenme yönteminin etkisini yarı deneysel desenle araştırdıkları çalışmada, deney ve kontrol grubunun grafik yorumlama becerileri arasında anlamlı farklılık olmadığını tespit etmişlerdir. Bu durumda öğrencilerin grafik yorumlama becerilerinin gelişmesi için Özel'in (2004) başarılı bir fizik eğitimi için önerdiği gibi bireyselliği dikkate alan aktif öğrenme yöntemleri kullanılmalıdır. Kinematik grafiklerini yorumlamada matematik bilgisi, mantıksal düşünme gibi farklı değişkenler de etkilidir (Bektaşlı & White, 2012). Bu nedenle kinematik grafiklerini yorumlama becerileri geliştirilmek istenilen öğrencilerin matematik bilgisi, mantıksal düşünme becerisi de geliştirilmelidir. Bu görüşten biraz farklılaşan bir sonuca Ceuppens vd. (2019), öğrencilerin çözüm süreçlerinin aynı grafik bilgisini kullanması gerektirdiği matematik ve kinematik problemlerinin çözümlerini inceledikleri araştırmada ulaşılmıştır. Araştırmacılar öğrencilerin kinematik ile ilgili problemleri çözmekte daha çok güçlük çekmelerinden dolayı kinematik ve matematik arasında zayıf bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bu durum kinematik grafiklerini yorumlamada alan/içerik bilgisinin

önemini ortaya koymaktadır. Problem çözme gibi bilgilerin birlikte kullanılmasını gerektiren öğrenmeler için bu bilgilerin nasıl ilişkilendirilmesi gerektiği detaylı şekilde araştırılabilir.

Öğrencilerin grafik türlerinden ulaşılacak bilgileri belirtmede eksikleri olduğu (Tablo 6), genel olarak sunulan grafiklerden hareketin türünü ve yönünü belirlemede başarılı oldukları ancak a-t grafiklerinde bu başarının biraz düştüğü tespit edilmiştir (Tablo 7). Literatürde de benzer bilgilere rastlanılmıştır. Aydın ve Tarakçı (2018) fen bilimleri öğretmen adaylarının grafik okuma, yorumlama ve çizme becerilerini inceledikleri çalışmada, hangi noktalarda hareketin yönünün değiştiğinin belirtilmesi istenen soru öğretmen adayları tarafından en çok yanlış cevap verilen soru olmuştur. Benzer şekilde Vučeljić ve Šuškačević (2016) ise lise öğrencilerinin en çok a-t grafiğinde hız değişimini belirlemede güçlük çektiklerini belirlemiştir.

Bu çalışmada öğrencilerin bir konuya (sabit ivmeli ve sabit hızlı hareket) ilişkin açıklama, grafik çizme, yorumlama bilgileri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Açıklama ve grafik yorumlama/grafik çizme, grafik çizme ve grafik yorumlama bilgileri arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir (Tablo 11). Sonraki çalışmalarda farklı konular için benzer araştırmalar yürütülerek öğrencilerin konuya ilişkin açıklamaları, konuyla ilgili grafikleri çizmeleri ve yorumlamaları arasındaki ilişkinin konuya bağlı olup olmadığı karşılaştırılabilir.

KAYNAKÇA

- Araujo, I. S., Veit, E. A., & Moreira, M. A. (2008). Physics students' performance using computational modelling activities to improve kinematics graphs interpretation. *Computers & Education*, 50(4), 1128-1140. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.11.004>
- Ateş, S. (2008). The effects of gender on conceptual understandings and problem solving skills in mechanics. *Eğitim ve Bilim*, 33(148), 3-12.
- Aydın, A. & Tarakçı, F. (2018). Fen bilimleri öğretmen adaylarının grafik okuma, yorumlama ve çizme becerilerinin incelenmesi. *Elementary Education Online*, 17(1), 469-488. <https://doi.org/10.17051/ilkonline.2018.413806>
- Beichner, R. J. (1994). Testing student interpretation of kinematics graphs. *American Journal of Physics*, 62(8), 750-762. <https://doi.org/10.1119/1.17449>
- Beichner, R. J. (1996). The impact of video motion analysis on kinematics graph interpretation skills. *American Journal of Physics*, 64(10), 1272-1277. <https://doi.org/10.1119/1.18390>
- Bektasli, B., & White, A. L. (2012). The relationships between logical thinking, gender, and kinematics graph interpretation skills. *Eurasian Journal of Educational Research*, 48, 1-19. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1057377.pdf>
- Ceuppens, S., Bollen, L., Deprez, J., Dehaene, W., & De Cock, M. (2019). 9th grade students' understanding and strategies when solving x (t) problems in 1D kinematics and y (x) problems in mathematics. *Physical Review Physics Education Research*, 15(1), 1-22. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.010101>
- Çetin, A. (2014). Bağlam temelli öğrenme ile lise fizik derslerinde kullanılabilir günlük hayattan konular. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 45-62. <http://dx.doi.org/10.12973/jesr.2014.41.3>
- Demirci, N. & Uyanık, F. (2009). Onuncu sınıf öğrencilerinin grafik anlama ve yorumlamaları ile kinematik başarıları arasındaki ilişki. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 3(2), 22-51. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/39781>
- Erceg, N., & Aviani, I. (2014). Students' understanding of velocity-time graphs and the sources of conceptual difficulties. *Croatian Journal of Education (Hrvatski časopis za odgoj i obrazovanje)*, 16(1), 43-80. <https://hrcaj.srce.hr/120164>
- Gürel Kaltakçı, D., Sak, M., Ünal, Z. Ş., Özbek, V., Candaş, Z. & Şen, S. (2017). 1995-2015 yılları arasında Türkiye'de fizik eğitimine yönelik yayınlanan makalelerin içerik analizi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 0(42), 143-167. <https://doi.org/10.21764/efd.18329>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American journal of Physics*, 66(1), 64-74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Handhika, J., Istiantara, D. T., & Astuti, S. W. (2019). Using graphical presentation to reveals the student's conception of kinematics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1321(3), 032064. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1321/3/032064/pdf>
- Ivanjek, L., Susac, A., Planinic, M., Andrasevic, A., & Milin-Sipus, Z. (2016). Student reasoning about graphs in different contexts. *Physical Review Physics Education Research*, 12(1), 010106. <https://journals.aps.org/prper/abstract/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.010106>
- Kanlı, U., Gülçiçek, Ç., Göksu, V., Önder, N. & Oktay, Ö. (2014). Ulusal fen bilimleri ve matematik eğitimi kongrelerindeki fizik eğitimi çalışmalarının içerik analizi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 127-153. <https://doi.org/10.17152/gefd.33332>
- McDermott, L. C., Rosenquist, M. L., & Van Zee, E. H. (1987). Student difficulties in connecting graphs and physics: Examples from kinematics. *American Journal of Physics*, 55(6), 503-513. <https://doi.org/10.1119/1.15104>
- Mchunu, S. P., & Imenda, S. (2012). The alternative conceptions held by high school students in mechanics. *Science in Society*, 4(1), 25-42. <https://doi.org/10.18848/1836-6236/CGP/v04i01/51358>
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2018). *Ortaöğretim fizik dersi (9,10,11 ve 12. sınıflar) öğretim programı*. MEB Yayıncılık. <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=351>
- Milbourne, J., & Wiebe, E. (2018). The role of content knowledge in ill-structured problem solving for high school physics students. *Research in Science Education*, 48(1), 165-179. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9564-4>
- Özel, M. (2004). Başarılı bir fizik eğitimi için stratejiler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(16), 79-88. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/pauefd/issue/11127/133071>
- Öztuna Kaplan, A., Yılmazlar, M. & Çorapçigil, A. (2014). Fizik bölümü 4. Sınıf öğrencilerinin mekanik odaklı bilgi düzeyleri ve kavram yanlışlarının incelenmesi. *Electronic Turkish Studies*, 9(5), 627-642. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.6802>

- Planinic, M., Milin-Sipus, Z., Katic, H., Susac, A., & Ivanjek, L. (2012). Comparison of student understanding of line graph slope in physics and mathematics. *International Journal of Science and Mathematics Education, 10*(6), 1393-1414.
- Rosenquist, M. L., & McDermott, L. C. (1987). A conceptual approach to teaching kinematics. *American Journal of Physics, 55*(5), 407-415. <https://doi.org/10.1119/1.15122>
- Selamet, C. S. (2014). *Beşinci sınıf öğrencilerinin tablo ve grafik okuma ve yorumlama başarı düzeylerinin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- Sezen, N., Uzun, M. S. & Bulbul, A. (2012). An investigation of preservice physics teacher's use of graphical representations. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 46*, 3006-3010. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.05.605>
- Taşdemir, A., Demirbaş, M. & Bozdoğan, A. E. (2006). Fen bilgisi öğretiminde işbirlikli öğrenme yönteminin öğrencilerin grafik yorumlama becerilerini geliştirmeye yönelik etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 6*(2), 81-91.
- Tekbıyık, A. & Akdeniz, A. R. (2010). Bağlam temelli ve geleneksel fizik problemlerinin karşılaştırılması üzerine bir inceleme. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 4*(1), 123-140. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/39799>
- Topuz, F., Gençer, S., Bacanak, A. & Karamustafaoglu, O. (2013). Bağlam temelli yaklaşım hakkında fen ve teknoloji öğretmenlerinin görüşleri ve uygulayabilme düzeyleri. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 2*(1), 240-261. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/19614>
- Vučeljić, M., & Šuškačević, M. (2016). Achievements of Montenegrin high-school students in Tugk test (test of understanding graphs–kinematics). *AIP Conference Proceedings, 1722*(1), 310007. <https://doi.org/10.1063/1.4944317>
- Yayla G. & Özsevgeç, T. (2015). Ortaokul öğrencilerinin grafik becerilerinin incelenmesi: Çizgi grafikleri oluşturma ve yorumlama. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 23*(3), 1381-1400. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/209824>
- Yıldız, A., Büyükkasap, E., Erkol, M. & Dikel, S. (2007). Fen bilgisi öğrencilerinin, hız, sabit hız, sürat ve yer değiştirme kavramlarını anlama düzeyleri. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 9*(2), 1-12. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/67792>

EXTENDED ABSTRACT

1. Introduction

Mechanics is one of the subjects that students of different ages and grade levels have difficulty in understanding (Ateş, 2008). It can be due to the fact that there are many formulas in the subject, the basic concepts are not understood, or students have difficulty in drawing and interpreting the kinematic graphs (Beichner, 1994; Bektaşlı, & White, 2012; Ceuppens et al., 2019; McDermott et al, 1987). In literature, there are some studies investigating the effects of different methods to overcome difficulties in graphic reading and interpretation faced by students (Araujo et al., 2008; Beichner, 1996; Hake, 1998).

The quasi-experimental method is frequently used in the research on physics education, and the effectiveness of the employed method on the research subject is examined (Kaltakçı Gürel et al., 2017; Kanlı et al., 2014). In this case, it can be said that the relationship between the levels of knowledge acquired by the students through traditional education and the different types of knowledge has not been investigated adequately. Studies in which graphing-interpretation knowledge and skills are handled in relation to the subject area are limited (Yayla, & Özsevgeç, 2015). In this study, it is aimed to describe students' knowledge of describing, graphing, and interpreting and to determine the differentiation of knowledge according to some variables. The research questions related to the study conducted for this purpose are as follows:

- 1- What do students know about motion types?
 - 1.1- What is the state of students' knowledge motion types?
 - 1.2- What is the state of students' drawing graphs of motion types?
 - 1.3- What is the state of students' interpreting graphs of motion types?
- 2- Is there any significant difference among students' knowledge of explaining motion types, drawing graphs of motions, and interpreting the graphs?

2. Method

The participants of the study consisted of 20 students (11 females and 9 males) studying at the 11th grade in a private school. Ease of access and volunteering were effective in determining the participants.

The data were collected through a test consisting of 10 open-ended questions developed by the researcher by obtaining expert opinion. The questions in the data collection tool, which was a long test consisting of 6 pages, were divided into three sections. In the first part, there was a question that required students to define constant-speed and constant accelerated motion and to give examples of motion types. In the second part (questions 2 to 7), there were 6 questions that required students to draw X-t, V-t, a-t graphs of the motion types in different directions, and to express the knowledge that can be reached from the graphs. In the last section (Questions 8-10), there were 3 questions that required students to interpret X-t, V-t, a-t graphs of different types and directions. The data collection tool was applied to 4 students of the same age except for the sample. There was no negative opinion from the students about the intelligibility of the questions. The length of the test was regarded as negative. Therefore, voluntary students were chosen, and the test was applied to them in a comfortable environment while collecting the data.

When analyzing the data, firstly the answers given to the questions 1 to 7 were collected in the categories as *correct*, *partially correct*, *wrong* and *no answer*, and the answers given to the questions 8 to 10 were collected in the categories as *correct*, *wrong* and *no answer* and then all answers were digitized. The data were analyzed by using non-parametric tests via SPSS program. Wilcoxon signed rows were used to investigate the difference between the two variables, and the Friedman Anova test followed by Wilcoxon and Bonferroni were used when investigating the difference among the three variables.

3. Findings, Discussion, and Results

The variables that were found to have significant differences as a result of the analyses can be summarized as follows:

- 1- Moderate difference between describing (Mean = 3.05, Sd = 1.09) and giving example (Mean = 2.10, Sd = 1.77), in favor to identification ($z = -1.983$, $p < .05$, $r = -.443$)
- 2- Drawing a-t. x-t graphs (T=9, $r = -.625$), a-t. V-t (T=10, $r = -.711$)
- 3- Drawing DYH-DHH graphs (T=7, $r = -.686$). SHH-DYH (T=99, $r = -.692$)
- 4- Difference between positive direction (Mean=7.60, Sd=2.34) and negative direction (Mean=6.00, Sd=2.42) in graphical drawing of motions in different directions, in favor of positive direction ($z = -3.895$, $p < .001$, $r = -.870$)

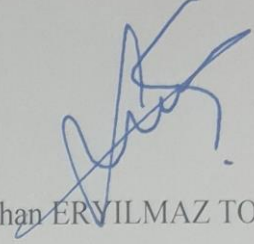
- 5- Interpreting a-t and x-t graphs (T=1. r=-.729). a-t. V-t (T=3. r=-.756)
- 6- Interpreting DYH-DHH graphs (T=11.50, r=-.700)
- 7- Difference between positive direction (Mean=16.30, Sd=2.90) and negative direction (Mean=13.30, Sd=3.37) in interpreting graphs of motions in different directions, in favor of positive direction ($z=-3.263$, $p<.01$, $r=-.729$)
- 8- Difference between interpreting a given graph (Mean=34.55, Sd=6.32) and determining the knowledge that can be obtained from the given graph (Mean=9.75, Sd=13.53), in favor of interpreting the graph ($z=-3.671$, $p<.01$, $r=-.821$).

It was found out that;

- 1- Students mostly described constant-speed motion correctly and gave incorrect examples for constant accelerated motion,
- 2- Students generally had deficiencies in providing examples of two motion types and specifying the knowledge that can be reached from the chart types,
- 3- Students mostly made mistakes while drawing a-t graphs in terms of graph types, while drawing graphs of decelerated motion with constant acceleration in terms of motion types, and while drawing graphs in the negative direction in terms of the direction of motion,
- 4- The rate of specifying the direction of motion and the type of motion correctly was high in X-t and V-t graphs; however, this rate was lower in the a-t graph.
- 5- The results correspond with the literature to a large extent. In the following studies, it can be investigated whether the relationship between information types such as graphing and interpretation is dependent on the subject and how this information should be correlated for learning that requires the use of knowledge such as problem-solving.

ETİK BEYANNAME

Bu çalışmanın araştırma ve yazım sürecinde araştırmacı tarafından bilimsel ve etik kurallara uyulduğunu, farklı eserlerden yararlanılması durumunda atıfta bulunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, araştırmanın tamamının veya bir kısmının farklı bir akademik yayın platformuna yayımlanmak üzere gönderilmediğini, belirtilen konularda araştırmanın yazarının bilgi sahibi olduğunu ve gerekli kurallara uyulduğunu beyan ederim. 06/09/2020


Seyhan ERVILMAZ TOKSOY
Araştırmanın Sorumlu Yazarı