

TEORİ VE KANUN: GİZEMLİ DOĞRULAR ETKİNLİĞİ¹

Hasan Özcan², Mehmet Fatih Taşar³

ÖZ

Bu çalışmayla ortaöğretim 9. sınıf öğrencilerine, bilimsel teori ve bilimsel kanunun ne olduğu ve aralarındaki farkların neler olduğunun, açık düşündürücü bir etkinlikle öğretilmesi amaçlanmaktadır. İlgili alanyazın incelendiğinde sadece ortaöğretim düzeyinde değil, birçok öğrenim seviyesinde öğrencilerin bilimsel teori ve bilimsel kanunun gerek tanımları gerekse aralarındaki ilişki konusunda kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmektedir. Bu bağlamda, bu çalışmada gizemli doğrular etkinliği ile bilimsel teori ve bilimsel kanunun yapısal özelliklerine ve farklı türden bilgiler olduğuna vurgu yapılmaya çalışılmaktadır. Gizemli doğrular etkinliği, çalışma grubunu oluşturan 25 öğrenciyle ve bu öğrencilerin 5'erli 5 bilim insanı takımı oluşturmalarıyla iki bölüm halinde yürütülmüştür. İlk bölümde bilimsel kanunların aslında en yalın biçimiyle ilişkiler, genellemeler, eşitlikler, bağıntılar olduğu; ikinci bölümde ise bilimsel teorilerin, çıkarımsal açıklamalar üzerinde yoğunlaştığına odaklanılmaktadır. Bu etkinliğin öğrencilerin hem kavramsal anlamalarının sağlanmasında hem de bilimin doğasının bilimsel teoriler ve bilimsel kanunlar farklı türden bilgilerdir ve bilimsel bilgi değişime açıktır unsurlarının öğretimi açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: bilim okuryazarlığı, bilimin doğası, teori, kanun, gizemli doğrular.

THEORY AND LAW: MYSTERY LINES ACTIVITY

ABSTRACT

This study aimed to teach 9th grade students the meanings of scientific theory and scientific law, and the differences between them. The related literature informs that students at different grade levels have misconceptions about the definition of both scientific theory and scientific law and the relationship between them. In this study, the teaching activity emphasized that the characteristics of scientific theory and scientific law are different. The activity was carried out in five groups, each with 5 students forming a sample of 25 students. The first part of the activity emphasized that scientific laws are in fact the simplest form of relations and generalizations. The second part focused on scientific theories emerging from inferential explanations. This activity is important in terms of supporting conceptual understanding of the students and teaching that scientific theories and scientific laws are different kinds of information and that scientific knowledge are open to change.

Keywords: scientific literacy, nature of science, theory, law, mystery lines.

Makale Hakkında:

Gönderim Tarihi: 31.10.2018

Kabul Tarihi: 22.03.2019

Elektronik Yayın Tarihi: 27.03.2019

¹ Bu çalışma birinci yazarın doktora tezinden türetilmiştir.

² Dr. Öğr. Üyesi, Aksaray Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, hozcan@aksaray.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4210-7733>

³ Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, mftasar@gazi.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1249-3482>

GİRİŞ

İçinde bulunduğumuz bilgi çağında, bilgiyi üreten, işleyen ve kullanan bireyler, toplumların gelişimlerinde önemli roller oynamaktadır (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1993; National Research Council [NRC], 2012). Bu bireyler, birçok toplumun ulaşmayı hedeflediği yetişmiş insan profillerini oluşturmakta olup bilim tarihi açısından bilim okuryazarı bireyler olarak adlandırılmaktadırlar. Bilim okuryazarlığı, dünyaya ilişkin merak edilenleri anlama, olaylara mantıklı çözümler üretme, kültürel ve sivil olaylara katılma, kişisel kararlar vermek için gerekli bilimsel kavramlar ile yöntemleri bilme ve anlama olarak tanımlanmakla birlikte son yıllarda hazırlanan öğretim programlarının vizyonunu oluşturmaktadır (AAAS, 1993; Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2006; 2013; 2018a; NRC, 2012). Öğretim programlarında da değinildiği üzere bilimin doğası ise bilim okuryazarlığının önemli bileşenleri arasında yer almaktadır (Driver, Leach, Millar, & Scott, 1996; Thomas & Durant, 1987). Bilimin doğası bilimin ne olduğunu, nasıl çalıştığını, bilimin epistemolojik ve ontolojik temelleri ile bilim insanlarının bilimsel ve sosyal etkileşimlerinin neler olduğuna odaklanan hibrit bir alandır (Clough, 2006; Herman, 2010; McComas, Clough, & Almazroa, 1998; Özcan, 2013). Bilimin doğası; değişebilirlik, deneysellik, gözlem ve çıkarım, teori ve kanun, teori yüklülük, hayal gücü ve yaratıcılık ile sosyal ve kültürel etki gibi temel unsurlarının bilinmesiyle daha iyi anlaşılabilir.

Bu çalışmada “*bilimsel teoriler ve bilimsel kanunlar farklı türden bilgilerdir*” bilimin doğası unsuru bağlamında bilimsel teori ve bilimsel kanunun ne olduğu ve aralarındaki farkın kavranmasına yönelik planlanan bir etkinlikle açık düşündürücü bir öğretimin yapılması amaçlanmaktadır (Lee & Fortner, 2007). Bu konuda daha önce yapılan araştırmalar incelendiğinde, birçok öğrenim seviyesindeki öğrencinin, “*bilimsel teoriden sonra bilimsel kanun gelir*”, “*bilimsel teori değişebilir ama bilimsel kanun asla değişmez*” ve “*bilimsel kanun kesinliği ispatlanmış bilgilerdir*” gibi birçok kavram yanılgısına sahip olduğunun tespit edilmiş olması, çalışmanın gerekçesini oluşturmaktadır (Abd-El-Khalick, Bell, & Lederman, 1998;

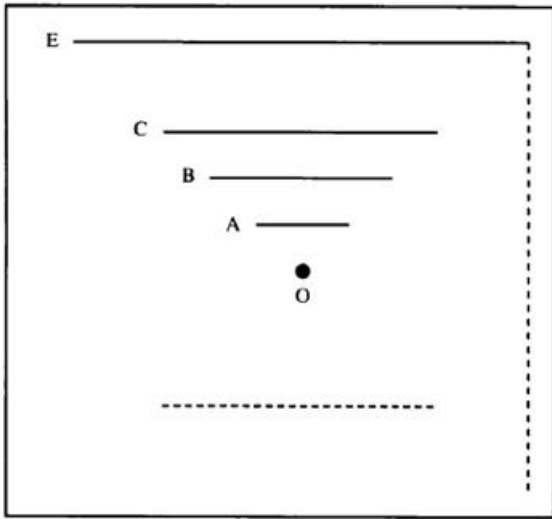
Abd-El-Khalick & BouJaoude, 1997; Jain, Abdullah, & Lim, 2016; Lee & Fortner, 2007; McComas, 2004; Schwartz, Lederman, & Crawford, 2004; Stefanidou, Skordoulis, & Kechagias, 2018). Bilimsel çalışmalar için temel sayılabilecek bu konunun öğretiminin, öğrencilerin hem kavramsal anlamalarının sağlanmasında hem de bilimin doğasının “*bilimsel teoriler ve bilimsel kanunlar farklı türden bilgilerdir*” ve “*bilimsel bilgi değişime açıktır*” unsurlarının öğretimi açısından önemli olduğu düşünülmektedir (Abd-El-Khalick vd., 1998; Abd-El-Khalick & BouJaoude, 1997; Lee & Fortner, 2007; McComas, 2004; Schwartz vd., 2004). Bu bağlamda iki kısımdan oluşan etkinliğin ilk kısmında bilimsel kanunların aslında en yalın biçimiyle ilişkiler, genellemeler, eşitlikler, bağıntılar olduğu; ikinci kısımda ise bilimsel teorilerin çıkarımsal açıklamalara yoğunlaştığı üzerinde durulmaktadır (Abd-El-Khalick vd., 1998; Abd-El-Khalick & BouJaoude, 1997; Lee & Fortner, 2007; McComas, 2004; Schwartz vd., 2004).

Çalışmada kullanılan etkinlik Lee ve Fortner (2007) tarafından geliştirilmiş olup Özcan (2013) tarafından Türkçeye uyarlanmıştır. Bu çalışmada da etkinliğin Türkçeye uyarlanmış hali kullanılmıştır. Çalışma teori ve kanun kavramlarının öğretim programında yer aldığı bir fen lisesinde, dokuzuncu sınıfta öğrenim görmekte olan 25 öğrenciyle yürütülmüştür. Çalışma için gerekli izinler Milli Eğitim Müdürlüğünden alınmıştır. Fen liseleri, öğrencilerin fen ve matematik alanlarında bilim insanı olarak yetiştirilmelerine kaynaklık etmeyi amaçlayan kurumlardır (MEB, 2013). İlgili konu fen liseleri öğretim programının temel felsefesi ve genel amaçlarında da “fen lisesi öğrencilerinin akademik düzeylerine uygun derinlikte verilen kavram, teori ve yasaları öğrenmeleri; bu süreçte olayları daha derinlemesine analiz ederek Matematik alan bilgisini kullanmaları; bilim, teknoloji ve teknolojik ürünlerde meydana gelen gelişmeleri takip etmeleri ve yenilikçi projeler üretmeleri hedeflenmiştir” şeklinde ifade edilmektedir (MEB, 2018b, s.11). Ayrıca fen liselerine yönelik olarak hazırlanan dokuzuncu sınıf fizik kitabında Fizik Bilimine Giriş ünitesinde de ilgili konu “Fiziğin amacı; evrendeki olayları açıklığa kavuşturmak, madde ile enerji arasındaki ilişkiyi bağıntılarla ifade etmektir. Bu bağıntılar fizikte ‘kanunlar’

olarak ifade edilir... İlerleyen zamanda yapılacak deney ve gözlemler için teoriler oluşturur.” (Aydın vd., 2018, s.14).

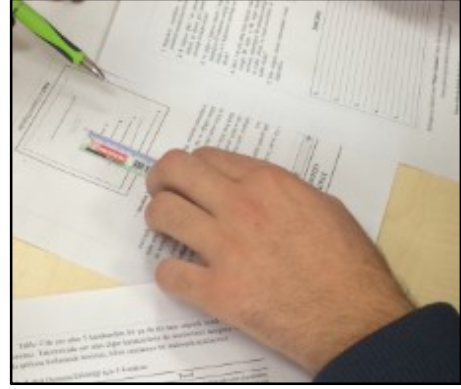
ETKİNLİĞİN UYGULANMASI

Etkinliğe öğrencilerden gönüllü olarak seçilen 5’erli bilim insanı takımlarının [BİT] oluşturulması, her bir takımdan bir takım liderinin belirlenmesi ve sınıfta grup oturma düzenin sağlanması ile başlanır. İki kısımdan oluşan etkinlik, ekte verilen Etkinlik Çalışma Kâğıtları [EÇK] kullanılarak yürütülmüş olup, ilk kısmında Şekil 1 ve ona bağlı olarak bilim insanı görevleri maddeler hâlinde açıklanır. Buna göre öğrencilerden Şekil 1’de yer alan gizemli doğrulardan O noktasında yaşadıklarını hayal etmeleri istenir. Daha sonra yaşadıkları yerin dışında Şekil 1’de gözlemledikleri gibi birbirlerinden farklı uzaklıklarda ve farklı uzunluklarda doğrular olduğundan bahsedilir. İşte bu doğrulara Gizemli Doğrular dediğimizi ve birer bilim insanı olarak bu gizemin peşine düşmeleri gerektiği bildirilir.



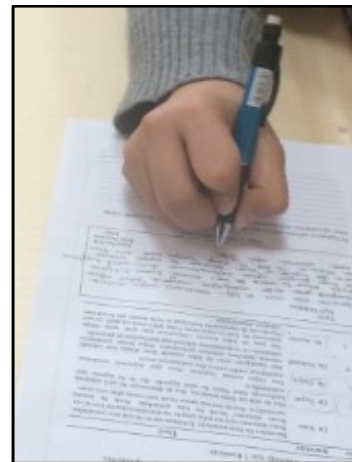
Şekil 1. Gizemli Doğrular

Bunun için bu gizemli doğruların, yaşadıkları O noktasına ne kadar uzaklıkta ve her bir doğrunun ne kadar uzunlukta olduğunu ölçmeleri ve bu elde edecekleri verileri de çalışma kâğıdındaki “O noktasına Göre Değerler Tablosuna” kaydetmeleri gerektiği söylenir (Fotoğraf 1). Yine elde ettikleri verilere dayanarak EÇK’deki beş soruyu da boş bırakılan alana cevaplamaları gerektiği söylenir.



Fotoğraf 1. BİT’lerin Gizemli Doğrular Üzerindeki Çalışmaları

Etkinliğin ikinci kısmında her gruba çalışma kâğıdında bulunan “Rol Oynama Etkinliği için 5 Karakter” tablosundaki karakter tanımlarının yazılı olduğu kartlar dağıtılır. Her bilim insanının birer karakter kartı alması sağlanır. İsteyen olması durumunda iki kart da alabileceği ayrıca söylenir. Daha sonra öğrencilerden bir bilim insanı olarak bir konferansta gizemli doğrular hakkında tartıştıklarını hayal etmeleri istenir. Ayrıca onlara Dr. Doğru’nun kanununun ilgi çekici olmasına rağmen nasıl elde edildiğini bilmedikleri hatırlatılır. Öğrencilerden, beş karakter kartında yer alan bilim insanlarından faydalanarak kendi teorilerini oluşturmaları ve bunu takımlarında yer alan bilim insanları ile tartışarak açıklamaları istenir. Ayrıca öğrencilerden, oluşturdıkları teoriyi profesyonel bilim camiasına mektupla açıklamaları ve diğer bilim insanları ile yaptıkları tartışmalarla teorilerinin nasıl bir hâl aldığını belirtmeleri istenir (Fotoğraf 2).



Fotoğraf 2. BİT’lerin Bilim Camiasına Mektupları

Etkinliğin uygulanmasından sonra öğrencilerin bilim camiasına yazdıkları mektupların diğer bilim insanlarıyla paylaşımı sağlanır. Bu doğrultuda sınıfta birçok öğrencinin yazdığı mektup okunur. Devamında da öğrencilerin, birinci kısımda keşfettikleri ilişkilerin aslında teoriler ve kanunlar arasındaki farklar olduğu bilim tarihinden örnekler verilerek aktarılır. Söz konusu konuyla ilgili yürütülen sınıf tartışmasıyla da etkinlik noktalanır.

Kullanılan Araç ve Gereçler

Etkinlik, basit araç gereçlerle yapılabilen temelde etkinlik çalışma kâğıdına dayanan bir etkinliktir. Etkinlikte kullanılan malzemeler şu şekilde sıralanabilir:

- Etkinlik çalışma kâğıdı
- Bilgisayar
- Projektör
- Kalem
- Silgi

BULGULAR

Gizemli doğrular etkinliğinin uygulanmasında bilim insanlarından oluşan takımların, EÇK'nin genel bilgiler kısmında "4. madde" olarak yer alan ve başlangıç-ısınlma niteliğinde olan yaşamalarını hayal ettikleri O noktasına ne kadar uzaklıkta oldukları ve her bir doğrunun ne kadar uzunlukta olduğuna dair belirttikleri değerler Tablo 1'de verilmektedir. Tüm ölçümler santimetre (cm) cinsindendir.

EÇK'nin birinci sorusunda yer alan ve bilim insanlarından oluşan takımların, yaşamalarını hayal ettikleri O noktasına ne kadar uzaklıkta oldukları ve her bir doğrunun ne kadar uzunlukta olduklarına ilişkin desenlerinden bazıları Tablo 2'de verilmektedir. Bilim insanlarından oluşan takımların, *eğer D doğrusu olsaydı desene göre yerinin neresi olacağına* ilişkin EÇK'nin ikinci sorusu ile ilgili görüşleri Tablo 3'te sunulmaktadır.

EÇK'nin üçüncü sorusu, "10. doğru J doğrusu olsaydı, J doğrusunun yaşadığınız O noktasına uzaklığı ve uzunluğu ne kadar olurdu?" şeklindedir. Bu soruya ilişkin bilim insanlarından oluşan takımların tespitleri Tablo 4'te paylaşılmaktadır.

Tablo 1. BİT'lerin Yaşanılması Hayal Edilen "O" noktasına Göre Ölçümleri

Takım	Doğru İsmi	Uzaklık	Uzunluk
Boşluk	A	0.7	1.3
	B	1.4	2.6
	C	2.1	3.9
	D	2.8	5.2
	E	3.5	6.6
	F	4.2	7.8
	J	7	13
İsimsizler	A	0.75	1.25
	B	1.25	2.5
	C	2	4
	D	2.75	5.25
	E	3.25	6.5
	F	3.25	6.5
	J	0.75	1.25
Sınırsızlar	A	0.62	1.3
	B	1.24	2.6
	C	1.86	3.9
	D	2.48	5.2
	E	3.10	6.5
	F	3.72	7.8
	J	4.34	9.1
İnceciler	A	0.7	1.3
	B	1.4	2.6
	C	2.1	3.9
	D	2.8	5.2
	E	3.5	6.5
	F	4.2	7.8
	J	7	13
Teknologlar	A	0.7	1.3
	B	1.4	2.6
	C	2.1	3.9
	D	2.8	5.2
	E	3.5	6.5
	F	4.2	7.8
	J	4.9	9.1

Tablo 2. BİT'lerin EÇK'nin Birinci Sorusuna İlişkin Yanıtları

Takım	Desenler
Boşluk	Uzaklık ve uzunluk yaklaşık iki kat artarak gidiyor. O noktasına göre uzunluk, uzaklığın 2 katıdır diyebiliriz.
İsimsizler	O noktasına göre uzaklık ile uzunluk eşit oranlı olarak artıyor ve bu şekilde öncelikle bir üçgen şekli belirdi, ölçümlere devam ettiğimizde iç içe geçmiş karelerin oluştuğu, yukarıdan bakıldığında da bunun bir piramite benzediğini gördük.
Sınırsızlar	Her doğru O noktasından uzaklaştıkça, uzunluğu da artmaktadır. Belli bir oranda artış vardır.
İnceciler	Doğrular arasında 2 kat şeklinde oran ve üçgen deseni oluşmaktadır.
Teknologlar	Doğruların birbirlerinden olan uzaklıkları birer birim artıp uzunlukları ise ikişer birim halinde ilerlemektedir.

Tablo 3. BİT’lerin EÇK’nin İkinci Sorusuna İlişkin Yanıtları

Takım	Açıklama
Boşluk	C ve E’nin arasında olundu. O’ya göre uzaklığı 2.8, uzunluğu 5.2 cm olur.
İsimsizler	Orantıların farkına varınca C ve E arasında yerleşeceğini düşünüyoruz. Doğrular daha sonra tekrar bir oranda küçülüyor. D’nin uzunluğu 5.25 cm; O noktasına uzaklık ise 2.75 cm olurdu.
Sınırsızlar	C doğrusu ve E doğrusu arasında olması ölçümler daha tutarlı hale getirmektedir. Bu nedenle 2.48 uzaklık; 5.2’de uzunluk da olurdu.
İnceciler	C ve E arasında O noktasına 2.8 uzaklıkta, 5.2 uzunluğunda olurdu.
Teknologlar	D doğrusu C’den sonra, E’den önce uzunluğu 5.2; uzaklığı 2.8 cm olurdu.

Tablo 4. BİT’lerin EÇK’nin Üçüncü Sorusuna İlişkin Yanıtları

Takım	Açıklama
Boşluk	Uzunluk 7, uzaklık 13 cm.
İsimsizler	J doğrusunu tekrar A noktasına eş değer ve O noktasının alt kısmına gelecek şekilde düşündük ve A ile konum dışında aynı fiziksel özellikleri tanımladık.
Sınırsızlar	Önceki ölçümümüzle örtüşecek bir cevap olarak 6.2 uzaklık ve 13 cm uzunlukta olurdu.
İnceciler	O noktasından 7 cm uzaklıkta ve 13 cm uzunluğunda olurdu.
Teknologlar	J doğrusu O doğrusuna uzaklığı 4.9 cm, uzunluğu ise 9.1 olurdu.

Tablo 5. BİT’lerin EÇK’nin Dördüncü Sorusuna İlişkin Yanıtları

Takım	Açıklama
Boşluk	20. doğrunun O noktasına uzaklığı 14, uzunluğu 35 cm; 50. doğrunun ise O noktasına uzaklığı 26, uzunluğu 65 cm olurdu.
İsimsizler	J doğrusunda olduğu gibi devamında sürekli olarak doğruların uzunluğu A’dan E’ye büyüyerek; E’den J’ye küçülerek ilerlediği için sürekli olarak boyut değiştirecektir.
Sınırsızlar	20. doğru 12.4 cm, 26 cm; 50. Doğru 31 cm, 65 cm.
İnceciler	20. doğru, O noktasından 14 cm uzaklıkta ve 26 cm uzunlukta olurdu. 50. doğru ise O noktasından 35 cm uzaklıkta ve 65 cm uzunluğunda olurdu.
Teknologlar	20. doğrunun uzaklığı 14 cm, uzunluğu 26 cm; 50. doğrunun uzaklığı 35 cm, uzunluğu 65 cm.

Bilim insanlarından oluşan takımların, EÇK’de yer alan “çok daha fazla doğrular olsaydı örneğin 20. doğru ve 50. doğru gibi bunlar nerede olurlardı ve bu doğruların yaşadığınız O noktasına uzaklıkları ile kendi uzunlukları ne kadar olurdu?” dördüncü sorusuna ilişkin yanıtları Tablo 5’te verilmektedir. EÇK’de “elde ettiğiniz deseni matematiksel olarak ifade ediniz?” ifadesi ile yer alan beşinci soruya ilişkin BİT’lerin düşüncelerinden bir kısmı ise Tablo 6’da sunulmaktadır.

Tablo 6. BİT’lerin EÇK’nin Beşinci Sorusuna İlişkin Yanıtları

Takım	Açıklama
Boşluk	Uzunluk, uzaklığın 2 katıdır. Uzaklık x olursa uzunluk 2x olur. Eşkenar üçgen gibi de bir şekil ortaya çıkmaktadır.
İsimsizler	Doğrunun uzunluğu, O noktasına olan uzaklığın 2 ($a=2b$) katıdır. Buradan piramit gibi orantılı olarak üst üste karelerin indirilmesi gibi bir şekil ortaya çıkmaktadır.
Sınırsızlar	Ölçümlemelerini yaptığımız doğruların simetrik karşılıkları da vardır. Bunlar dört yönde de varlık gösterebilirler. Bu da hem karelerin varlığı hem de iç içe geçmiş bir varlıktan söz edebiliriz.
İnceciler	Yapılan ölçüm ve çıkan desen sonucu oluşan doğrularda belli oran ve düzende ilerlemektedir. Uzunluk 1.3 olarak devam ederken uzaklık 0.7 cmde ilerler.
Teknologlar	Doğruların birbirlerine olan uzaklıkları ve aralarındaki mesafe doğru bir örüntü ve oran şeklinde ilerlemekte ve eşkenar üçgene benzemektedir. Bu oran $x=1/2$ ’dir.

Tablo 7. BİT’lerin Final Sorusuna Yanıtları

Takım	Açıklama
Boşluk	Doğruların arasında sabit bir oran olduğu için bu kanuna uyar.
İsimsizler	Çünkü sonraki gelen doğru uzunluğunda belli bir sınıra kadar doğrunun uzunluğu artıyor. Sınıra ulaştığında tekrar orantılı olarak doğru uzunlukları küçülür. Sonuç olarak devamlılık sağlanıyor.
Sınırsızlar	Verilen doğruların ölçümü sonucunda doğruların belirli bir standart dahilinde olduğu görülüyor. Burada evrene yeni eklenen her doğrunun değerinin de arttığı varsayılacaktır. Yapılan ölçümler de bunu desteklemektedir.
İnceciler	Doğrular belli bir uzunluk ve uzaklık oranı ile oluştuğundan sonsuza kadar gitse de bu oran değişmeyeceğinden “Doğru Kanunu’na” uymaktadır.
Teknologlar	Doğrular belli bir orana göre sırayla dizilmişlerdir. Doğrular bizden uzaklaştıkça uzunlukları da artmaktadır. Bu nedenle bu kanuna uymaktadırlar.

Öğrencilere, EÇK’de bulunan beş sorudan yola çıkarak etkinliğin odağını oluşturan bir final sorusu sorulmuştur. Final niteliğindeki “bulduğunuz ilişkinin ismi “Doğru Kanunu” olsun. Buna göre bir doğru ne kadar öteye giderse gitsin neden bu kanuna uyuyor?” sorusuna BİT’lerin verdikleri yanıtlardan bir bölüm Tablo 7’de özetlenmektedir.

Bilim insanlarından oluşan takımların, EÇK’deki “Rol Oynama Etkinliği için 5 Karakter” tablosunda yer alan beş karakterden bir ya da iki tane seçerek oluşturdukları ve bilim camiasına belli bir şablon dahilinde bir mektupla açıkladıkları teorileri Şekil 2-10’da paylaşılmaktadır. Burada her bir öğrenci Ö harfi ve atanan sıra numarasıyla örneğin Ö-1 şeklinde temsil edilmektedir.

Ben Dr. Kareler’in görüşüne katılıyorum. Ayrıca Dünyanın atmosfer katmanları şeklinde karelerden oluştuğunu iddia ediyorum. Gerekçem ise şu şekildedir: Dünyayı en iç kare olarak kabul edersek dışındaki diğer katmanlarda diğer kareleri temsil etmektedir. Bu karelerin birbirine bağlayan kuvvetleri vardır. Orantılı olarak artan karaler sayesinde dünyanın katmanları arasındaki çekim kuvveti de artmaktadır. Dünya yuvarlak olsaydı eğer dünyanın hareketinde dengesizlik olurdu. Ancak dünya kare şeklinde olduğundan hareketleri de düzenlidir. Teorimin adını ise katman çekim olarak belirledim.

Saygılarımla

Şekil 2. Ö-5 Kodlu Öğrencinin Mektubu

Ben Doğru Kanunu’nu keşfeden Dr. Doğru. Doğruların uzunlukları yaşadığımız yerden uzaklaştıkça artmaktadır. Dünyamızın şekli ile ilgili de birtakım görüşleri incelediğimde Dr. Üçgen’in görüşüne belli bir oranda katıldığımı ifade etmek isterim. Üçgenin içine doğrular çizildiği zaman bu doğrular da artacaktır. Bu nedenle teorime Doğruken ismini koydum.

Saygılarımla

Şekil 3. Ö-21 Kodlu Öğrencinin Mektubu

Ben Dr. Doğru teorisindeki doğru uzunluklarının yaşadığımız yerden uzaklaşığına inanıyorum. Fakat doğrular tekrara biniyor. Bu nedenle Dr. Doğru teorisine kısmen katılıyorum. Dr. Üçgen teorisinin ışığında araştırmalarımı devam ettim. Bulduğumuz şekle göre üçgenler ve bunları tamamlayan Dr. Karelere bırakıyor. Dr. Kareler de ilk önce Dr. Kare’ye katılıyor. Ben de bunu savunarak teorimin adını 3Gen Kareler koyuyorum.

Saygılarımla

Şekil 4. Ö-11 Kodlu Öğrencinin Mektubu

Ben Dr. Kareler, Dr. Kare’ye kısmen katılıyorum. Bulduğumuz evrende gözlemleyebileceğimiz nesneler üzerinde yapmış olduğum ölçümler neticesinde ilk doğru ile ardından gelenler arasında hem uzaklık hem uzunluk adına tutarlı ve mantıklı bir ilişki olduğu sonucuna vardım. Bu sonuç bizi Dr. Doğru’nun da teorisinde haklı olduğu ancak eksik olduğunu göstermektedir. Bu teorimi Sonsuz Kareler olarak bilim dünyasına duyuruyorum.

Saygılarımla

Şekil 5. Ö-3 Kodlu Öğrencinin Mektubu

Ben Dr. Noktasal. Yaşadığımız yerin iki farklı yönünde noktasal doğrular olduğunu gözlemledim. Bence burada görülemeyen noktalar da vardır. Gördüğümüz noktasal doğrular da bunların bir parçasıdır. Yapılan diğer çalışmaları da incelediğimde doğruların üçgenleri oluşturduğunu fark ettim. Bu üçgenleri de mutlaka bir arada tutan bir kuvvet vardır. Yoksa üçgenler hareket eder; bu üçgenler birleşerek kareleri oluşturuyorlar. Bu karelerin dışında bu kareleri kapsayan büyük bir kare var. Bu teorisinin adını “küçgen” koyuyorum.

Saygılarımla

Şekil 6. Ö-22 Kodlu Öğrencinin Mektubu

Bulunduğumuz noktadan belli oranda oluşan uzaklık ve uzunluklardan oluşan doğrular Dr. Doğru'ya göre uzaklaşırsa artar ve bu artan doğrular belli bir şekil oluşturarak üçgenleri meydana getirir. Bu üçgenler de birleşerek kareleri oluşturur. Dünyamızı saran bir kuvvetin olduğunu varsayarak bunu kareler oluşturur. Ben buna Kakare adını verdim.

Saygılarımla

Şekil 7. Ö-4 Kodlu Öğrencinin Mektubu

Ben Dr. Kare. Bence dünyamızı tutan bir kuvvet vardır. Dr. Doğru da benim gibi düşünmekte ve doğruların uzunluklarının yaşadığımız yerden yani bizden uzaklaştıkça arttığını ifade etmektedir. Bu durumda teorime Doğrukare adını veriyorum.

Saygılarımla

Şekil 8. Ö-15 Kodlu Öğrencinin Mektubu

Bu doğruların eşit bir şekilde ilerlediğini gözlemleyip Dr. Üçgen ve Dr. Doğru'nun yer verdiği teoriler doğrultusunda üçgenimizin tepe noktası dünyanın merkezini temsil ettiğini ve her doğrunun bir katman olduğunu düşünüyoruz. Ben bu teorime doğrulardan üçgene dedik.

Saygılarımla

Şekil 9. Ö-20 Kodlu Öğrencinin Mektubu

Ben Dr. Üçgen. Dünyamızın şeklinin üçgen olduğuna inanıyorum. Yaptığım çalışmalar sonucunda Dünya'nın bu üçgen şeklinin, doğrulardan oluştuğunu tespit ettim. Dr. Kare'nin araştırmaları da beni destekler niteliktedir. Şöyle ki dünyanın yana yana gelen dört üçgenden meydana geldiğini söyleyebilirim. Bu üçgenler de birleşerek bir kareyi oluştururlar. Teorimin adını bu doğrultuda üçkare koydum.

Saygılarımla

Şekil 10. Ö-18 Kodlu Öğrencinin Mektubu

EÇK'de öğrencilere son olarak bir değerlendirme sorusu sorulmuştur. Daha ziyade çıktı alma ve değerlendirme amacıyla sorulan “Yaptığınız etkinlik sürecini göz önünde bulundurduğunuzda **bilime** yönelik olarak neler öğrendiğinizi düşünüyorsunuz? Açıklayınız.” sorusuna öğrenciler tarafından verilen yanıtlar ve bu yanıtların bilimin doğası unsurları ile olan ilişkileri Tablo 8'de verilmektedir.

Tablo 8. Etkinliğin Bilimin Doğası Unsurlarıyla İlişkisi

Her tür bilimsel bilginin değişebileceğini öğrendim. (Ö12-Değişebilirlik)

Değişmeyen tek şeyin değişim olduğu bir kez daha ortaya çıktı. (Ö21- Değişebilirlik)

Kanun da olsa değişebiliyormuş. (Ö2, Ö15- Değişebilirlik-Teori ve Kanun)

Teori az güvenilir değildir. (Ö3-Teori ve Kanun)

Teori ve kanun yakın akraba ama sıralama rolleri değişebiliyor. (Ö7- Teori ve Kanun)

Bilimsel bilginin teori şeklinde kalması kötü bir şey değilmiş. (Ö11- Ö15- Teori ve Kanun)

Her zaman teori isplanırsa kanun olur diye bir şey yokmuş. (Ö18-Ö22- Teori ve Kanun)

Kanundan sonra teori gelebiliyormuş. (Ö20- Teori ve Kanun)

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bilimsel teori ve bilimsel kanunun kavramsal olarak etkinlik temelli bir öğretimle yapılması ve anlamlı öğrenilmesinin sağlanılmasının amaçlandığı bu çalışma, fen lisesi dokuzuncu sınıf fizik dersi öğretim programı kazanımları kapsamında planlanmış ve yürütülmüştür. Etkinlikten elde edilen sonuçlara göre çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin görüşlerinde anlamlı değişimler tespit edilmiştir. Şöyle ki, etkinlik öncesinde teori kanundan önce gelir, bu sıra asla değişmez; kanun da ispatlanırsa kanunluğu değişmez hal alır, ispatlanmazsa teoriye döner görüşlerinin yerine; teorilerin, dünyamızı açıklamaya yönelik çıkarımlar olduğu ve teorilerin kanun haline gelmeyebileceği fakat onları açıklayabileceği gibi akademik anlamda kabul edilebilir görüşler ortaya çıkmıştır.

Etkinlik sonrasında ayrıca ilgili alanyazınla örtüşen şu görüşlere de rastlanmıştır (Abd-El-Khalick vd., 1998; Abd-El-Khalick & BouJaoude, 1997; McComas, 2004; Schwartz vd., 2004):

- Kanunlar açıklamalardan ziyade eşitlik, genelleme ve ilişkiler üzerine kuruludur.
- Her kanunun olduğu yerde teori de olacak diye bir kaide bulunmamaktadır.
- Gerek teori gerekse yasa kanıtlarla uyumluluk içerisinde olmalıdır.
- Bilimsel bilgiler ister teori ister kanun olsun test edilebilir niteliktedir.
- Bilimsel kanunlar ve bilimsel teoriler farklı türden bilgilerdir.
- Kanunlar ve yasalar, hiyerarşik bir sırayı takip ederek ilerlemezler.

Çalışmayla öğrencilere bilimin doğası anlayışlarının kazandırılmasının yanı sıra kazanılan bilimin doğası anlayışlarının korunmasına yönelik tedbirler alınması önerilmektedir. Buna ilişkin olarak öğretim programları kapsamında bilimin doğası unsurlarından bilimsel teori ve bilimsel kanunun farklı türden bilgiler olduğu unsuruna ilişkin teknoloji tabanlı, bilim tarihi ve materyal destekli yeni etkinlikler tasarlanabilir. Etkinliklerin anlamlı öğrenmenin sağlanmasına yönelik olarak içerikten bağımsız jenerik şeklinde değil içerik temelli olması önerilmektedir. Tasarlanacak söz konusu etkinliklerin bilimin doğası unsurlarını vurgulayan etkileşimli kısa hikâyelerle zenginleştirilmesi de önerilmektedir. Ayrıca yapılacak çalışmalarda kullanılacak etkinliklerin pilot çalışmaları mutlaka asıl uygulamadaki çalışma grubuna denk bir çalışma grubu ile yapılmalı, uygulamaya katılacak katılımcılar uygulama hakkında detaylı bir şekilde bilgilendirilmelidir. Bu bağlamda araştırma süresince takip edilecek araştırma planı araştırma öncesinde katılımcılarla paylaşılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4), 417–436.
- Abd-El-Khalick, F., & BouJaoude, S. (1997). An exploratory study of the knowledge

base for science teaching. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 34(7), 673–699.

- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for scientific literacy*. New York: Oxford University Press.
- Aydın, A., Çelik, A., Yılmaz, İ., Soyarslan, K., Erat, M., & Bozarslan, Ş. (2018). *Ortaöğretim Fen Lisesi Fizik 9 Ders Kitabı*. Ankara: MEB Devlet Kitapları.
- Clough, M. P. (2006). Learners' responses to the demands of conceptual change: Considerations for effective nature of science instruction. *Science and Education*, 15(5), 463–494.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Buckingham, UK: Open University Press.
- Herman, B. C. (2010). *Teaching the nature of science: Practices and associated factors* (Unpublished Dissertation). Iowa State University, Ames, IA.
- Jain, J., Abdullah, N., & Lim, B. K. (2016). Science learners' conceptions on the scientific theory-law relationship: A phenomenographic case study. In C. Y. Fook, G. K. Sidhu, S. Narasuman, L. L. Fong, & S. B. Abdul Rahman (Eds.), *7th International Conference on University Learning and Teaching (InCULT 2014) Proceedings* (pp. 39–49). Singapore: Springer.
- Lee, E. A., & Fortner, R. W. (2007). Mystery lines. *Science Activities: Classroom Projects and Curriculum Ideas*, 43(4), 22–26.
- McComas, W. F. (2004). Keys to teaching the nature of science. *The Science Teacher*, 71(9), 24.
- McComas, W. F., Clough, M. P., & Almazroa, H. (1998). The role and character of the nature of science in science education. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 3–39). Dordrecht: Springer Academic Publishers.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2006). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi (6., 7. ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

- Milli Eğitim Bakanlığı. (2013). *Fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018a). *Fen bilimleri dersi (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018b). *Ortaöğretim fen lisesi fizik dersi (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies Press.
- Özcan, H. (2013). *Development of pre-service science teachers' pedagogical content knowledge for nature of science embedded into science content* (Unpublished Dissertation). Gazi University, Educational Science Institute, Ankara.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88(4), 610–645.
- Stefanidou, C., & Kechagias, C. (2018). The relationship between student science teachers' views on nature of science and classroom practice: Is there any? *Journal of Studies in Education*, 8(4), 28–44.
- Thomas, G., & Durant, J. (1987). Why should we promote the public understanding of science? *Scientific Literacy Papers*, 1, 1–14.

Kaynak Gösterme

- Özcan, H., & Taşar, M. F. (2019). Teori ve kanun: Gizemli doğrular etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 9(1), 25-36. <http://www.ated.info.tr/index.php/ated/issue/view/18> adresinden erişildi.

Ek

Gizemli Doğrular Etkinliği Etkinlik Çalışma Kâğıdı

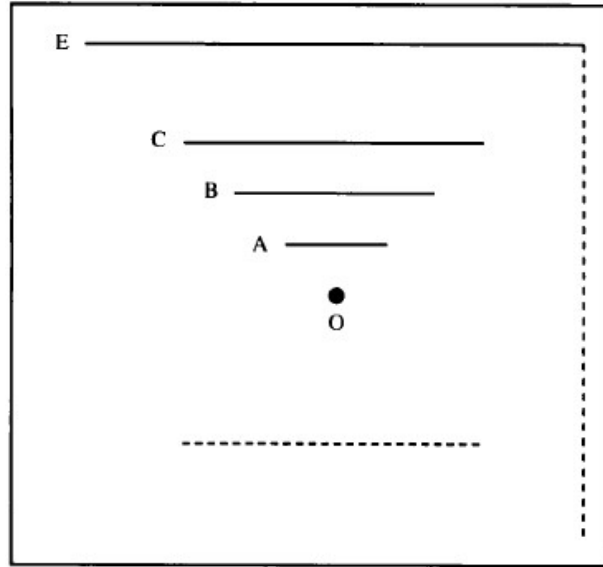
Takım Adı:

Bilim İnsanlarının Adı Soyadı:

Etkinlik ile İlgili Genel Bilgiler

1. Her biri 4'er ya da 5'er kişiden oluşan takımlar oluşturunuz.
2. Şekildeki gizemli doğrular dünyasında sizin yaşadığınız yerin O noktası olduğunu hayal ediniz.
3. Sizin yaşadığınız yerin dışında Şekilde gözlemlediğiniz gibi birbirlerinden farklı uzaklıklarda ve farklı uzunluklarda doğrular vardır. Bu doğrulara **Gizemli Doğrular** diyoruz. Şimdi birer bilim insanı olarak bu gizemin peşine düşmeye hazır mısınız!
4. Sizler birer bilim insanı olarak bu **Gizemli Doğruların** yaşadığınız O noktasına ne kadar uzaklıkta olduğu ve her bir doğrunun ne kadar uzunlukta olduğunun sizin tarafınızdan ölçülmesi isteniyor. Bu yolla "O noktasına Göre Değerler Tablosunu" doldurarak soruları cevaplayınız.

Evet meydan sizin, buyrun...



Gizemli Doğrular

Sorular

1. Doğruların uzunlukları ve aralarındaki uzaklıklar arasında nasıl bir desen buldunuz?
2. **D** doğrusu Şekilde görünmüyor. Eğer olsaydı, bu desene göre nerede olurdu ve uzunluğu ne kadar olurdu?
3. 10. doğru **J** doğrusu olsaydı, **J** doğrusunun yaşadığınız **O** noktasına uzaklığı ne uzunluğu ne kadar olurdu?
4. Şekilde çok daha fazla doğrular olsaydı örneğin **20.** doğru ve **50.** doğru nerede olurlardı, yaşadığınız **O** noktasına uzaklığı ne kadar olurdu ve kendi uzunlukları ne kadar olurdu?
5. Elde ettiğiniz deseni matematiksel olarak ifade ediniz.

O noktasına Göre Değerler Tablosu

Doğrunun İsmi	Uzaklık	Uzunluk
A		
B		
C		
D		
E		
F		
J		

Yanıt Alanı

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

Bulduğunuz ilişkinin ismi “**Doğru Kanunu**” olsun. Bu kanuna göre bir doğru ne kadar öteye giderse gitsin neden bu kanuna uyuyor?

Sonuç olarak büyük bir keşif yaptınız tebrikler!! Ama...

“Rol Oynama Etkinliği için 5 Karakter” tablosunda yer alan 5 karakterden bir ya da iki tane seçerek kendi teorilerinizi oluşturunuz. Takımınızda yer alan diğer karakterlerle de teorilerinizi tartışınız ve mektup şablonunu kullanarak teorinizi, bilim camiasına bir mektupla açıklayınız.

Rol Oynama Etkinliği için 5 Karakter

Sıra No	Karakter	Teori
1	Dr. Kare	Ben seçkin bir bilim insanıyım. İyi bilinen sayısız bir çok teori yayınladım. Bence dünyamız öyle bir şekle sahip ki, bu dünyamızı tutan bir kuvvet var. Bizim dünyamız büyük bir kare şeklindedir. Bizde bu karenin içerisindeyiz. Ben bu teorinin ismine büyük kare teorisi adını veriyorum.
2	Dr. Üçgen	Ben de ünlü bir bilim insanıyım. Ben de dünyamızın bir şekli olduğuna katılıyorum fakat bence bu şekil üçgendir. Biz de bu üçgenin tepe noktasındayız.
3	Dr. Doğru	Ben Doğru kanunu keşfettim. Buna göre doğruların uzunlukları yaşadığımız yerden yani bizden uzaklaştıkça artıyor.
4	Dr. Noktasal	Ben yaşadığımız yerin iki farklı yönünde (hem altında hem sağında) noktasal doğruların olduğunu gözlemledim. Bence burada görülmeyen noktalarda var ve gördüğümüz noktasal doğrular bunların bir parçasıdır.
5	Dr. Kareler	Ben genç bir bilim insanıyım. Dünyamızın kare şekle sahip olduğu konusunda Dr. Kare'ye katılıyorum. Fakat farklı olarak tek değil, karenin dışında onu da kapsayan bir başka kare ve farklı kareler gibi birçok kare olduğunu düşünüyorum.

Tarih:

İlgili Makama,

Mektup için Şablon

Değerlendirme: Yaptığınız etkinlik sürecini göz önünde bulundurduğunuzda **bilime** yönelik olarak neler öğrendiğinizi düşünüyorsunuz? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....