Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED) / Journal of Inquiry Based Activities (JIBA)
Cilt 12, Sayı 1, 1-17, 2022

DİSİPLİNLERARASI BİR ORİGAMİ ETKİNLİĞİ: GÜNEŞ SİSTEMİNDEKİ KESİRLER[1]

Okan Arslan[2], Deniz Eroğlu[3], Ercan Tatli[4]

ÖZ

Bu çalışmada, ortaokul matematik ve fen bilimleri derslerinde kullanılabilecek disiplinlerarası bir origami etkinliği tasarlanmış ve uygulanmıştır. Tasarlanan origami etkinliğinin matematik öğretimi açısından amacı öğrencilerin kesirler konusundaki kavramsal anlamalarının ve işlemsel becerilerinin desteklenmesidir. Fen bilimleri açısından ise Güneş sisteminin görselleştirme yoluyla kavramsal olarak öğretimi amaçlanmaktadır. Tasarlanan etkinlik bu çalışma kapsamında öğrencilerin öğrendikleri konuları hatırlamaları ve varsa bu konularda yaşadıkları zorlukların giderilmesi için 7. sınıf öğrencileri ile uygulanmıştır. Uygulama sonucunda etkinliğin, disiplinlerarası bir origami etkinliği olarak kesirlerin ve güneş sisteminin öğretimi, pekiştirilmesi ve bu konularda öğrencilerin yaşadıkları zorlukların giderilmesi amacıyla kullanılabileceği ortaya konulmuştur. Etkinliğin uygulanması esnasında ortaya çıkan öğrenci görüş ve yaklaşımları ile öğretmen görüşleri, ayrıca etkinliği uygulamak isteyen öğretmenler için çeşitli öneriler detaylı şekilde makalede verilmiştir.
Anahtar kelimeler: origami, disiplinlerarası etkinlik, kesirler, güneş sistemi.

A MULTIDISCIPLINARY ORIGAMI ACTIVITY: FRACTIONS IN THE SOLAR SYSTEM

ABSTRACT

A multidisciplinary origami activity that could be used in middle school mathematics and science lessons was designed and implemented. Mathematical purpose of the origami activity is to support students' conceptual understanding and procedural skills related to the concept of fraction. Regarding science, the activity aims to visualize Solar system and support its conceptual learning. The activity was implemented with 7th grade students in order to help them remember the related content and overcome the difficulties they experienced. The implementation process revealed that this multidisciplinary activity can be used by middle school teachers to support students' conceptual understanding of fractions and solar system topics, and to overcome some difficulties they experienced while learning these topics. Details about students' views and approaches that emerged during the implementation of the activity, teacher's views about the implementation, as well as suggestions for teachers who want to implement the activity, are given throughout the paper.
Keywords: origami, multidisciplinary activity, fractions, solar system.

Makale Hakkında:
Gönderim Tarihi: 17.01.2022
Kabul Tarihi: 25.03.2022
Elektronik Yayın Tarihi: 30.04.2022

[1] Bu çalışmanın etik olarak uygunluğu Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun 06.10.2021 tarih ve GO-2021/322 sayılı kararı ile onaylanmıştır.
[2] Dr., Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, oarslan@mehmetakif.edu.tr, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9305-2961
[3] Dr. Öğr. Üyesi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, deroglu@mehmetakif.edu.tr, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7863-5055
[4] Dr., Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, etatli@mehmetakif.edu.tr, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4235-059X

GİRİŞ

Kâğıt katlama sanatı olarak bilinen origami, öğrencilerin öğrenme sürecine aktif olarak katılmasına imkân vermesi, bilişsel ve duyuşsal gelişimlerini desteklemesi nedeniyle eğitimde kullanılmaya oldukça elverişli bir araçtır (Tuğrul & Kavici, 2002). Bu doğrultuda, origami alanyazında matematik ve fen bilimleri öğretiminde çeşitli amaçlar için kullanılmış ve olumlu etkileri belirlenmiştir (Boz, 2015; Budnitz, 2002; Çelikler vd., 2017; Georgeson, 2011; Güneş, 2012). Fakat öğretmenlerin derslerinde origamiden etkili bir şekilde faydalanabilmeleri için yeterli kaynağın alanyazında bulunmaması da dikkat çekmektedir (Boz, 2015). Bu nedenle, bu çalışmada ortaokul matematik ve fen bilimleri derslerinde kullanılabilecek disiplinlerarası bir origami etkinliği tasarlanmış ve uygulanmıştır.

Matematik eğitimi alanyazınında yer alan çalışmalarda, origami kullanımının geometri öğrenme alanında yoğunlaştığı görülmektedir. Bu çalışmalarda origaminin öğrencilerin geometri konularındaki (örneğin, geometrik şekiller ve cisimler, simetri, açılar, hacim) bilgilerini ve uzamsal becerilerini geliştirmedeki olumlu etkileri belirlenmiştir (Arıcı & Aslan-Tutak, 2015; Çakmak vd., 2014; Kandil & Işıksal-Bostan, 2019). Ayrıca, alanyazındaki çalışmalar öğrencilerin cebirsel örüntüleri keşfetmesi amacıyla origaminin kullanılabileceğini göstermiştir (Higginson & Colgan, 2001; Georgeson, 2011). Origami katlamaları sonucu oluşan kat izleri, kâğıdın eş parçalara ayrılmasına imkân vermesi nedeniyle origamiyi kesirler konusu öğretiminde de kullanışlı bir araç haline getirmektedir (Coad, 2007; Russell, 2017). Her ne kadar bazı origami modelleri kesir öğretimi için oldukça elverişli olsa da bu konuda öğretmenlerin uygulayabilecekleri yeterli kaynak ve örnek uygulamanın olmadığı göze çarpmakta (Carter & Ferruci, 2002) ve bu eksikliğin güncel alanyazında devam ettiği görülmektedir.

Kesirler hem kavramsal hem de işlemsel boyutu olan bir kavramdır. Alanyazın incelendiğinde öğrencilerin kesirler konusunda kesir parçalarının eş büyüklükte olması gerekliliğini göz ardı etme (Okur & Çakmak-Gürel, 2016), sayı doğrusunda bütünü eş parçalara ayırma ve bunlar arasından belirli parça sayısı kadar seçim yapma (Önal & Yorulmaz, 2017), kesir karşılaştırmalarında pay ve paydaya göre işlem yapma (Hansen, 2020) ve kesirlerle toplama-çıkarma işlemi yaparken kurallara bağlı kalma (Önal & Yorulmaz, 2017) gibi pek çok kavramsal ve işlemsel zorluklar yaşadıkları belirlenmiştir. Bu nedenle, bu çalışmada tasarlanan origami etkinliği ile öğrencilerin kesirler konusundaki kavramsal anlamalarının ve işlemsel becerilerinin desteklenmesi hedeflenmektedir. Etkinlik, ortaokul matematik öğretim programında yer alan “6.1.5.1. Kesirleri karşılaştırır, sıralar ve sayı doğrusunda gösterir.” ve “6.1.5.2. Kesirlerle toplama ve çıkarma işlemleri yapar.” kazanımlarına yönelik bilgi ve beceri gelişimini sağlamak üzere tasarlanmıştır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018a).

Tasarlanan disiplinlerarası origami etkinliğinin diğer boyutu da fen bilimleri ile ilişkilidir. Origaminin fen bilimleri eğitimindeki kullanım alanı çoğunlukla çeşitli kavramların origami kullanılarak modellenmesi üzerine olmuştur. İlgili çalışmalarda origami kullanılarak nükleik asitler (Güneş, 2012), dörtyüzlü molekül geometrisi (Ünan vd., 2016), bazı hayvanların başkalaşım evreleri, DNA ve mitokondri, çeşitli element ve bileşikler (Çelikler vd., 2017), organizmalardaki gelişim aşamaları (Budnitz, 2002) modellenmiştir. Bu araştırma kapsamında tasarlanan etkinlikte ise fen bilimleri eğitiminde yer alan Güneş sisteminin modellenmesine yönelik öğrencilerin görsel yolla kavramsal bakış açısı kazanmaları amaçlanmıştır. Alanyazında astronomi ile ilgili yapılan araştırmalar öğrencilerin Evren’in boyutlarını anlama, gezegenler arası uzaklıkları hesaplama (Gali, 2021) ve Güneş’in konumuna göre gezegenlerin sıralanışını göstermede (Comins, 2000) çeşitli zorluklar yaşadıklarını belirlemiştir. Bu doğrultuda, bu etkinlik ile origaminin sağladığı görselleştirmeden yararlanarak öğrencilerin yaşadıkları zorlukların giderilmesi hedeflenmektedir. Geliştirilen etkinlik, öğrencilerin aşağıdaki kazanımları edinmelerini sağlayacak potansiyele sahiptir: 6.1.1.1. Güneş sistemindeki gezegenleri birbirleri ile karşılaştırır, 6.1.1.1.a. Gezegenlerin temel özelliklerine değinilir, 6.1.1.1.c. Gezegenlerin büyüklüklerine uzamsal olarak değinilir, 6.1.1.1.ç. Gezegenlerin Güneş’e olan uzaklık sıralamasına değinilir, 6.1.1.1.d. Meteor, gök taşı ve asteroit kavramlarına değinilir, 6.1.1.2. Güneş sistemindeki gezegenleri Güneş’e yakınlıklarına göre sıralayarak bir model oluşturur (MEB, 2018b).

ETKİNLİĞİN UYGULANMASI

Etkinlik

Bu çalışmada, Jet Propulsion Laboratory (JPL) tarafından geliştirilen Güneş Sistemi Rulosu (Solar System Scroll) etkinliği (JPL, 2021) origamiye uyarlanmıştır. Uyarlama sürecinde güneş sistemi modeli origami katlamalarıyla oluşturulmuş ve öğrencilerin kesir bilgilerini kazanmaları için model ile ilişkili çeşitli sorular hazırlanmıştır (Ek 1).

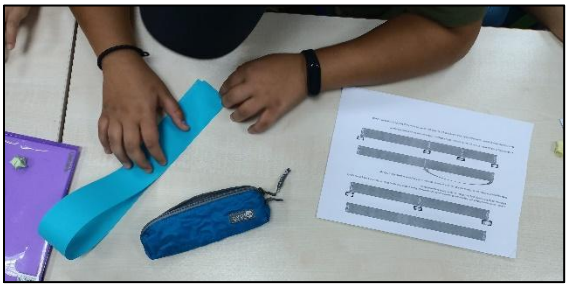
Uygulama Grubu

Altıncı sınıf kazanımlarını kapsayan bu etkinlik, 2021-2022 eğitim-öğretim yılı ekim ayında Türkiye'de bir devlet üniversitesinde organize edilmiş ve öğrencilerin eksikliklerini eğlenceli bilim etkinlikleri aracılığıyla gidermeyi amaçlayan "Çocuklara Bilim Eğitimi Programı"nda uygulanmıştır. Bu programa farklı devlet ortaokullarında yedinci sınıfa devam eden, gönüllü 12 erkek ve 18 kız öğrenci katılmıştır. Dolayısıyla ilgili kazanımları bir önceki yıl öğrenen öğrencilerin, bu kazanımlara yönelik yaşadıkları zorlukların ortadan kaldırılması ve kavramsal anlamalarının pekiştirilmesi hedeflenmiştir. Çalışma için gerekli etik kurul izni Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun 06.10.2021 tarih ve GO-2021/322 sayılı kararı ile alınmıştır.

Etkinlik Uygulama Adımları

Etkinlikte öğrencilerle Güneş sistemi modeli oluşturulmuştur. Etkinliğin ilk adımında etkinliğin amacından haberdar olmaları için öğrencilere Güneş sistemi modelinin oluşturulacağı söylenmiş ve bilgilerini hatırlamaları amacıyla gezegenin ne demek olduğu sorulmuştur. Öğrenciler "kendi etrafında dönen gök cisimleri", "yıldızların etrafında dönerler" gibi ifadelerle gezegenlerin çeşitli özelliklerini belirtmişler; öğretmen de gezegenin "kendi etrafında ve bağlı olduğu yıldızın etrafında dönen ve belirli büyüklükteki gök cisimleri" tanımını yaparak etkinliğe devam etmiştir. Sonrasında öğrencilere Güneş sisteminde kaç tane gezegen olduğu sorulmuş ve çoğunluk tarafından "8" cevabı verilmiştir. Bu etkinlikte öğrencilere 5 cm x 70 cm uzunluğundaki dikdörtgen kâğıt şeritler ve Ek 1'de yer alan çalışma kâğıtları dağıtılmıştır. Öğrencilerden dikdörtgenin sol kısa kenarına Güneş, sağ kısa kenarına da Plüton yazmaları istenmiştir. Bu aşamada Plüton'un Güneş sistemindeki sekiz gezegenden biri olarak kabul edilmediği, cüce gezegen olarak adlandırıldığı ve sadece etkinliğimizde bir referans noktası olarak kullanılacağı vurgulanmıştır.

Etkinliğin sonraki aşamalarına gezegenlerin konumları ile kesirler ilişkilendirilerek devam edilmiştir. Öğrencilere kâğıt şerit bir bütün olarak ele alındığında kesir olarak nasıl ifade edileceği sorulmuştur. Öğrenciler "bir" veya "birde bir" gibi ifadelerle doğru cevabı vermişlerdir. Bir bütünün nasıl ifade edilebileceğinin sorulmasının ardından, öğrencilere kâğıt şeridi sayı doğrusu gibi düşünerek Güneş ve Plüton'un hangi noktalara karşılık geleceği sorulmuş ve kenarlara sayıları yazmaları istenmiştir. Öğrenciler Güneş'in 0, Plüton'un 1 ile gösterebileceğini söylemişlerdir. Bu noktada kâğıt şeridin bir yüzü gezegenleri yerleştirmek için kullanılırken, diğer yüzü de kesirlerin gösterimini yapmak için kullanılmıştır. Öğrenciler ellerindeki dikdörtgen şeridi ters çevirerek, ön yüzde Güneş yazdıkları kenara 0, Plüton yazdıkları kenara da 1 yazmışlardır. Aynı işlemler sınıf karşısında öğretmenin elindeki modelde ve aynı zamanda tahtaya çizilen modelde takip edilmiştir. Öğrencilerden ilk katlama adımı olarak Güneş kenarı ile Plüton kenarı üst üste gelecek şekilde katlamaları ve oluşan kat izinin üzerine de Uranüs yazmaları istenmiştir (Fotoğraf 1).



Fotoğraf 1. İlk Katlama Adımında Öğrenci Çalışması

Oluşan kat izinin hangi kesir ile gösterilebileceği sorulduğunda, öğrenciler "yarım", "ikide bir", "dörtte iki" gibi cevaplar vermiştir. Öğretmen, bu kesirleri nasıl bulduklarını sormuş ve öğrenciler de model üzerinde iki eş parça olduğunu vurgulamışlardır. Kısa bir sınıf tartışması sonrasında öğrencilerden gelen cevapların aynı kesri ifade ettiği üzerinde hemfikir olunmuş ve uygulama bütünlüğü açısından ilgili kesrin en sade hali olan $\frac{1}{2}$ ile gösterilmesine ve şerit sayı doğrusu olarak düşünüldüğünde kat izinin $\frac{1}{2}$ kesrine karşılık geldiğine karar verilmiştir. Bu aşamada öğrenciler çalışma kâğıdına ve modelin arka yüzündeki kat izinin üzerine "$\frac{1}{2}$" kesrini yazmışlardır.

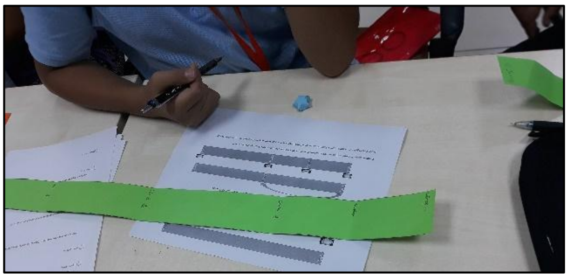
İkinci katlama adımında öğrencilerden Güneş kenarını ilk adımda oluşturulan Uranüs'ün üzerine katlamaları ve oluşan kat izine de Satürn yazmaları istenmiştir. İlk adıma benzer şekilde Satürn'ün bulunduğu konumun kesir ile nasıl gösterilebileceği sınıfa sorulmuştur. Öğrencilerin çoğunluğu "çeyrek" veya "dörtte bir" diyerek doğru cevabı verirken bazı öğrenciler "ikide bir" cevabını vermiştir. Bu aşamada öğretmen "Neden ikide bir olduğunu düşünüyorsun?", "Burada bütünümüz nedir?", "En son yaptığımız katlama sonucu oluşan parçadan bütün içerisinde kaç tane vardır?" gibi sorularla öğrencilerin hatalarını fark etmelerini sağlamıştır. Yarıma karşılık gelen parça ikiye bölündüğünden, Satürn gezegenine kadar olan bölümün çeyrek olarak ifade edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Modelin kesir yüzünde karşılık gelen kat izine de $\frac{1}{4}$ yazılmıştır.

Üçüncü katlama adımında aynı işlemler Plüton kenarının Uranüs üzerine katlanması ile takip edilmiştir. Bu aşamada oluşan kat izine Neptün yazılmıştır. Sonrasında oluşan kat izlerinin hangi kesirler ile gösterilebileceğine yönelik gerçekleştirilen sınıf tartışmasından bir bölüm aşağıda verilmiştir:

> Öğretmen: Şimdi herkeste Güneş, Satürn, Uranüs, Plüton var mı? O zaman bir sonraki aşamaya geçelim artık. Bu sefer Plüton kenarını Uranüs'ün üzerine katlıyoruz. O kat izine Neptün yazıyoruz. O zaman Neptün'ü kesir olarak nasıl ifade edebiliriz?
> Öğrenci [1]: Üç bölü dört.
> Öğrenci [2]: Dörtte üç.
> Öğrenci [3]: Sekizde altı.
> Öğretmen: Nasıl buldun dörtte üçü?
> Öğrenci [2]: Bir, iki, üç, dört ($\frac{1}{4}$'lik parçaların tamamını sayarak). Dört parçadan üçüncüsü.
> Öğretmen: Peki, sen nasıl buldun sekizde altıyı?
> Öğrenci [3]: Öğretmenim ben her parçayı iki parça gibi düşündüm, o yüzden sekizde altı dedim?
> Öğretmen: Peki hangisi doğru sizce?
> Öğrenciler [Birlikte]: İkisi de aynı, doğru.
> Öğretmen: Nasıl yazalım o zaman bu kesri ($\frac{3}{4}$ kesrini)?
> Öğrenciler [Birlikte]: Üç üstte, dört altta.

Dördüncü katlama adımında öğrencilerden Güneş kenarını Satürn'ün üzerine katlamaları ve oluşan kat izini de Jüpiter olarak isimlendirmeleri istenmiştir (Fotoğraf 2). Bazı öğrenciler bu aşamada oluşan kesri belirlemede zorluk yaşayarak doğru cevap olan $\frac{1}{8}$ kesrini ifade edememişlerdir:

> Öğretmen: Peki Güneş ile Satürn'ün arası ne kadardı?
> Öğrenciler [Birlikte]: Dörtte bir.
> Öğretmen: Şimdi onu ben ne yapıyorum? (Elindeki modelde ilgili katlamayı yaparak)
> Öğrenciler [Birlikte]: İkiye katladım.
> Öğretmen: Ne elde ettim?
> Öğrenciler [Bazıları]: Sekizde bir.
> Öğretmen: Nasıl anlıyorum sekizde bir elde ettiğimi Öğrenci [1]?
> Öğrenci [1]: Öğretmenim… Immm…



Fotoğraf 2. Dördüncü Katlama Adımında Öğrenci Çalışması

Sınıf tartışması bu noktada öğretmenin yönlendirmesiyle aşağıdaki diyalogdaki gibi ilerlemiş ve öğrenciler hem çalışma kâğıtlarına hem de kâğıdın arka yüzündeki kat izine $\frac{1}{8}$ yazmışlardır.

> Öğretmen: Şimdi Güneş'le Satürn arasına ben ne dedim? Çeyrek. Şimdi ne yaptım? Çeyreği ikiye böldüm. Peki, Satürn ile Uranüs arası ne kadar?
> Öğrenciler [Birlikte]: Dörtte bir.
> Öğretmen: Uranüs ile Neptün arası ne kadar?

Öğrenciler [Birlikte]: Dörtte bir.
Öğretmen: Neptün ile Plüton arası ne kadar?
Öğrenciler [Birlikte]: Dörtte bir.
Öğretmen: Peki, dörtte biri ikiye böldüm (Elindeki modelde ilgili katlamayı yaparak).
Öğrenci [Birlikte]: Sekizde bir.
Öğretmen: Sekizde bir olduğuna nasıl karar veriyorsunuz?
Öğrenci [2]: Katladığımız için iki ile dördü çarpıyoruz.
Öğretmen: Buradaki her bir parçayı iki eş parçaya bölersem, buradaki bütün üzerinde kaç eş parça olacak?
Öğrenciler [Birlikte]: Sekiz. [Birim kesirler iki eş parçaya bölündüğünde bütün üzerinde kaç eş parça oluştuğuna yönelik yapılan tartışmaya ek olarak, birim kesirlerin üç, dört, beş gibi farklı sayılarda parçalara bölünmesiyle bütünün toplam kaç parçadan oluşacağına yönelik bir tartışma da gerçekleştirebilir.]
Öğretmen: O zaman Jüpiter'i ne ile gösteriyorum?
Öğrenciler [Birlikte]: Sekizde bir.
Öğretmen: Öğrenci [1] neden sekizde bir olduğunu açıklar mısın?
Öğrenci [1]: Öğretmenim buralar bir bölü dört. Her bir parçayı ikiye bölünce sekiz parça olur. Sekizde bir olur işte.
Öğretmen: Sekiz eş parça olur değil mi? O yüzden sekizde bir (tahta ve modelde ilgili yere $\frac{1}{8}$ yazarak) diyoruz arkadaşlar.

Ancak uygulayıcılar için sınıf içerisindeki durum her zaman yukarıdaki diyalogda olduğu gibi ilerlemeyebilir. Öğrenciler kesrin ifade edilmesinde eş parçalamaya dikkat etmeden kesri ifade etmek isteyebilirler. Örneğin, bu modelde katlanmış tüm parçalar eş olmadığından öğrenciler Satürn'ün bulunduğu noktayı $\frac{1}{5}$ olarak ifade edebilirler. Bu noktada öğretmen kesir kavramına yönelik "Neden beşte bir olarak ifade ettin?", "Beşte bir ne anlama gelir?" gibi sorularla öğrenciye bir kesrin bütününün eş parçalardan oluşması gerektiği fark ettirebilir.

Beşinci katlama adımında Güneş kenarı son adımda oluşturulan Jüpiter'in üzerine katlanarak Asteroit Kuşağı oluşturulmuştur. Bir önceki adıma benzer şekilde öğretmenin sınıfa sorduğu sorular ile Asteroit Kuşağı'nın $\frac{1}{16}$ olarak gösterilebileceği sonucuna varılmıştır:

Öğretmen: Kesirle nasıl gösterebiliriz?
Öğrenci [1]: Hocam biz şimdi bunu sekize böldük, burasını da böyle bölsek (eliyle tüm parçaları ikiye bölmeyi gösterir) on altıda bir olmaz mı?
Öğretmen: Evet, değil mi?
Öğrenci [1]: (Parça sayısını) iki ile çarparız, on altı olur.
Öğretmen: Ben bütünü sekize bölmüştüm değil mi? Bütün parçaları tekrar ikiye bölersem bu bütün üzerinde kaç parça olacak?
Öğrenci [2]: Sekiz taneydi, şimdi ikiye bölersek on altı eder.
Öğretmen: Evet, o zaman Asteroit Kuşağı'nı ben nasıl gösteriyorum?
Öğrenci [2]: On altıda bir.

Bu tartışmada öğrenciler $\frac{1}{8}$'lik parça iki eş parçaya bölündüğünde oluşan kat izinin $\frac{1}{16}$'e karşılık geldiğini kolay şekilde ifade etmişlerdir. Ancak uygulamada eş parçalama konusunda zorluk çeken öğrencilerin olması durumunda, kâğıt şerit en küçük parçanın üzerine tekrarlı olarak katlanarak öğrencilerin bütün üzerinde 16 eş parçanın oluştuğunu görmeleri sağlanabilir. Hatta bu noktada tartışma bir adım daha ileri götürülerek, öğrencilerin denk kesirlerle ilgili keşifler ($\frac{1}{8}$'in aynı zamanda $\frac{2}{16}$'ye denk olduğu) yapmaları da sağlanabilir. Yukarıdaki tartışmanın devamında bazı öğrenciler yapılan katlama adımları ile oluşan kesirler arasındaki örüntüyü keşfetmişlerdir:

Öğrenci [3]: Öğretmenim sürekli kendi kadar artıyor, dörtken sekiz oldu.
Öğrenci [4]: Evet katları şeklinde artıyor.
Öğretmen: Nasıl artıyor katları şeklinde?
Öğrenci [3]: Sonra on altıya geçiyor, sonra otuz ikiye geçiyor.
Öğretmen: Evet, değil mi? Herkes fark etti mi? Öğrenci [4] sen açıklamak ister misin?
Öğrenci [4]: Hocam ikinin katları şeklinde artıyor.
Öğretmen: Evet, her kesir parçasını ikiye böldüğümde parça sayısı yani payda da iki katına çıkıyor.

Bu aşamada öğrencilere Asteroit dendiğinde akıllarına ne geldiği sorulmuştur. Öğrencilerden "taş", "kaya" gibi cevaplar gelmesi üzerine öğretmen asteroitlerin Güneş'in ve kendi etrafında dönen, gezegenlerden çok daha küçük kaya parçaları olduğu, Güneş sisteminde milyonlarca asteroit olduğu ve bunlardan sayıca önemli bir kısmının son adımda oluşturulan Jüpiter ile bir sonraki adımda oluşturulacak Mars arasında kümelendiğini hatırlatmıştır. Sonrasında öğretmen Asteroit Kuşağı'nın Güneş sistemini iç (karasal) ve dış (gazsal) gezegenler olarak ikiye ayırdığını söylemiştir. Bu nedenle şimdiye kadar katlama adımları ile belirlenen gezegenlerin (Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün) dış gezegenler, başka bir deyişle gazsal gezegenler olarak isimlendirildiklerini vurgulamıştır.

Altıncı katlama adımında Güneş kenarı Asteroit Kuşağı'nın üzerine gelecek şekilde katlanmış ve oluşan kat izine de Mars yazılmıştır. Öğrencilere "Bir önceki adımdaki katlamalar yapılırsa, bütünümüz kaç parçaya bölünmüş olur? Yeni oluşan kat izi hangi kesre karşılık gelir" soruları yöneltilmiştir. Öğrenciler Mars'ın $\frac{1}{32}$ kesri ile gösterilebileceğini ifade etmişlerdir.

Sonraki adımlarda kâğıt şeridin katlanmasının zorlaşması nedeniyle iç gezegenlerin sıralaması öğretmen tarafından Merkür-Venüs-Dünya-Mars şeklinde ifade edilmiş ve öğrencilerden iç gezegenleri bu sıralamaya uygun şekilde modelin üzerine yazmaları istenmiştir. Bu sıralamaya göre, öğrencilerin Merkür, Venüs ve Dünya'nın hangi kesirler ile gösterilebileceğini tahmin etmeleri istenmiştir. Öğrencilerin kesir tahminlerinin 0 ile $\frac{1}{32}$ arasında olması ve gezegen sıralamasına uygun olarak Dünya için en büyük ve Merkür için en küçük olacak şekilde kesirler belirlemeleri beklenmektedir.

Yukarıdaki tartışmada açıklanan örüntüyü fark eden bazı öğrenciler, buldukları örüntüyü devam ettirerek Dünya'yı $\frac{1}{64}$, Venüs'ü $\frac{1}{128}$ ve Merkür'ü de $\frac{1}{256}$ kesri ile ifade etmişlerdir. Bazı öğrenciler ise farklı şekilde Dünya'yı $\frac{1}{40}$, Venüs'ü $\frac{1}{50}$ ve Merkür'ü $\frac{1}{60}$ kesirleri ile göstermişlerdir. Bu yanıtı veren öğrenciler sonraki gezegenlerin sıralamasında, paydadaki sayıları 32'den büyük en yakın onluğa yuvarlamışlardır. Bu aşamada öğrencilerin bu tahminleri nasıl yaptıklarına dair açıklama gerektiren sorular sorulabilir: "Kesirlerin paydasına karar verirken neye dikkat ettiniz?", "Dünya'nın konumu için paydayı en küçük hangi tamsayı ile ifade edebilirdik?". Ayrıca, kesrin paydası büyüdükçe sıfıra yaklaşması ile gezegenlerin konumlarının güneşe yaklaşması arasındaki ilişkilendirmeye yönelik sorular da sorulabilir: "Gezegenlerin güneşe olan uzaklıkları ile gezegenlerin konumlarını ifade eden kesirler arasında bir ilişki fark ettiniz mi?". Bu etkinlikte kesirlerin büyüklüğü ve sıralaması ile ilgili bir sınıf içi tartışma aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmiştir:

> Öğretmen: Peki ben burada altmış dörtte birin, yüz yirmi sekizde birden büyük olduğunu nasıl anlıyorum? Hangisi daha büyük?
> Öğrenci [1]: Altmış dörtte bir.
> Öğretmen: Neden?
> Öğrenci [1]: Paydası küçük olan büyüktür.
> Öğretmen: Paydası küçük olan neden büyük olur peki?
> Öğrenci [2]: Hocam daha büyük parçalara ayrılıyor.
> Öğrenci [3]: Hocam daha az parçaya ayırınca, mesela öğretmenim pasta gibi düşünürsek bir kişiye daha çok düşer.
> Öğretmen: Evet daha az parçaya bölersem parçam daha büyük olur. Daha çok parçaya bölersem?
> Öğrenci [3]: Daha küçük olur. [Parça büyüklükleri kâğıt şeridin katlanması yoluyla da gösterilerek, bilgileri pekiştirilebilir. Örneğin, $\frac{1}{4}$'lik kâğıt şeridin $\frac{1}{8}$'den, $\frac{1}{8}$'lik kâğıt şeridin $\frac{1}{16}$'den daha büyük olduğu gösterilerek payda büyüdükçe parçaların küçüldüğü fark ettirilebilir.]
> Öğretmen: O halde ben Dünya, Venüs ve Merkür bu şekilde (Modeldeki sıralama doğrultusunda $\frac{1}{64}$, $\frac{1}{128}$ ve $\frac{1}{256}$ kesirlerini kullananların tahminlerine yönelik) gösterilebilir diyebilirim.

Katlama adımları sonucunda gezegenlerin birbirlerine uzaklıkları gözetilerek Güneş sistemi modeli oluşturulmuştur. Bu aşamada modelin görsel çekiciliğini arttırmak için, araştırmacılar tarafından önceden fotoğrafları hazırlanmış gezegenler ve Güneş öğrencilere dağıtılmış ve öğrencilerden katlamalar yoluyla belirledikleri yerlere bu fotoğrafları yapıştırmaları istenmiştir. İlgili fotoğraflar hazırlanırken gezegenlerin büyüklükleri göz önünde bulundurulmuştur. Bu aşama sonucunda da kâğıt şeridin bir yüzünde Güneş sistemindeki gezegenlerin bulunduğu, diğer yüzünde ise gezegenlerin konumlarına karşılık gelen kesir değerlerinin yer aldığı model oluşturulmuştur (Fotoğraf 3). Öğrencilere gezegenler arasındaki uzaklıkların ve gezegen büyüklüklerinin yaklaşık olarak bu modeldeki şekilde olduğu vurgulanmıştır. Bu aşamada öğrencilere en büyük/küçük olan, Güneş'e en yakın/uzak olan gezegenler hakkında sorular sorulmuş ve öğrencilerden toplu halde doğru yanıtlar alınmıştır.

Fotoğraf 3. Güneş Sistemi Model Örnekleri

Güneş sistemi modelinin tamamlanmasını takiben, etkinlikte hangi iki gezegen arasındaki mesafenin diğer gezegen ikilisine göre daha fazla olduğunun araştırıldığı çalışma kağıdının sekizinci adımına geçilmiştir. Etkinliğin bu bölümü kesirlerin sıralaması ve karşılaştırılması ile ilgilidir. Aynı zamanda gezegenler arasındaki uzaklıkların hesaplanmasında kesirlerde toplama ve çıkarma işlemi de kullanılmıştır. Bu aşamada ilk olarak Neptün-Jüpiter arası uzaklık ile Mars-Uranüs arasındaki uzaklığın karşılaştırılması istenmiştir. İlk aşamada öğrencilerden bu karşılaştırmanın yapılabilmesi için kâğıt şeridin alan modeli olarak kullanımına yönelik çeşitli fikirler gelmiştir:

> Öğrenci [1]: İkisi de aynı (eşit uzaklıkta).
> Öğretmen: Aynı olduğuna nasıl karar verdin?
> Öğrenci [1]: İkisinin de arasında iki gezegen var.
> Öğretmen: Başka görüşü olan var mı?
> Öğrenci [2]: Mars ile Uranüs arasında iki parça var ($\frac{1}{4}$'lik parça ve $\frac{1}{32}$ ile $\frac{1}{4}$ arasındaki parçayı göstererek). O yüzden ben Neptün'le Jüpiter diye düşündüm. Çünkü onların arasında iki tam ($\frac{1}{4}$'lik parça) bir de yarım parça ($\frac{1}{8}$'lik parça) var.

Bu tartışma, uzaklığın gezegen ikilisi arasında kalan gezegen sayısına göre değil, aradaki parça büyüklüklerine göre belirlenmesi gerektiği vurgulanarak sonuçlandırılmıştır. Bu tartışmanın devamında, öğrencilerden kâğıt şerit üzerinde gezegenlerin konumlarına karşılık gelen kesirlerin birbirlerinden çıkarılması fikri ortaya çıkmıştır. Fakat bu fikrin ortaya çıkmadığı durumlarda öğretmen öğrencilerin çıkarma işleminin anlamına odaklanmasını sağlayacak soru(lar) sorabilir: "Gezegenlerin Güneş'e olan uzaklıklarının kaç kilometre olduğunu bilseydik, gezegenlerin birbirlerine olan uzaklıklarını nasıl bulabilirdik?". Bu etkinlikte gezegenlerin konumları kesir olarak ifade edildiğinden, öğretmen tartışmayı "Gezegenlerin Güneş'e olan uzaklıkları kesir ile ifade edildiğinde, birbirine olan uzaklığını nasıl hesaplarız?" gibi sorularıyla yönlendirip, kesirlerle çıkarma işlemi yapma aşamasına geçebilir.

Uygulanan etkinlikte kesirler kullanılarak karşılaştırma yapılabilmesi için öğrenciler çalışma kâğıtlarına ilgili gezegenlere karşılık gelen kesir değerlerini yazmışlardır. Kesirlerde çıkarma işleminin yapılabilmesi için gezegen ikililerinden büyük olan kesrin belirlenmesi ihtiyacı doğmuştur. Bu aşamada öğrencilerin kâğıt şeridi sayı doğrusu olarak düşünmeleri üzerine Güneş'ten yani sıfır noktasından uzaklaştıkça kesrin değerinin büyüdüğünü fark etmelerini sağlamak için aşağıdaki tartışma gerçekleşmiştir:

> Öğretmen: Elinizdeki modele göre Uranüs mü daha uzak yoksa Neptün mü?
> Öğrenciler [Birlikte]: Neptün.
> Öğretmen: Peki, Uranüs'ü hangi kesir ile göstermişiz?
> Öğrenciler [Birlikte]: İkide bir.
> Öğretmen: Peki, Neptün'ü?
> Öğrenciler [Birlikte]: Dörtte üç.
> Öğretmen: O zaman hangi kesir daha büyük olur? Uzak olan mı? Yakın olan mı?
> Öğrenciler [Birlikte]: Uzak olan, dörtte üç daha büyük öğretmenim.
> Öğretmen: O halde, Güneş'ten uzaklaştıkça kesrin değeri nasıl değişir?
> Öğrenciler [Birlikte]: Büyür.

Bu çıkarımın yapılamadığı durumlarda öğretmen, modelde $\frac{3}{4}$ kesrinin üç tane $\frac{1}{4}$'lik parçadan oluştuğunu, $\frac{1}{2}$ kesrinin ise iki tane $\frac{1}{4}$'lik parçadan oluştuğunu görmelerini sağlayabilir.

Böylelikle öğrenciler $\frac{3}{4}$ kesrinin $\frac{1}{2}$ kesrinden daha büyük olduğuna ellerindeki model yardımıyla ulaşabilirler. Sonuç olarak, öğrenciler Güneş'ten, yani sıfırdan uzaklaştıkça kesrin büyüyeceği çıkarımını yapabileceklerdir.

Kesirler kullanılarak yapılan karşılaştırma işleminde öncelikle öğrencilere kendi çalışmaları için belirli bir süre verilmiş sonrasında da yine tartışmalarla etkinliğe devam edilmiştir. Bu esnadaki tartışmadan bir bölüm aşağıda yer almaktadır:

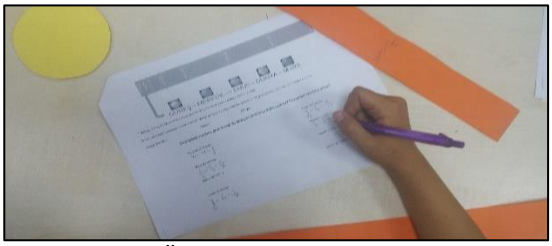
Öğretmen: Neptün hangi kesir ile gösterilmiş?
Öğrenciler [Birlikte]: Dörtte üç.
Öğretmen: Peki, Satürn?
Öğrenciler [Birlikte]: Dörtte bir.
Öğretmen: Peki, aralarındaki uzaklığı nasıl buldunuz?
Öğrenci [1]: Dörtte üçten, dörtte biri çıkartarak (çalışma kâğıdındaki işlemleri göstererek).
Öğretmen: (Tahtada işlemi yapar).
Öğretmen: Mars ile Uranüs arasındaki uzaklığı nasıl buldunuz?
Öğrenci [2]: İkide birden otuz ikide biri çıkardım. Paydalarını eşitleyerek. On altı ile eşitleyeceğim (Öğrenci çalışma kâğıdında genişletme işlemi sonucunda $\frac{1}{2}$'i on altı ile genişleterek $\frac{1}{32}$ olarak göstermiştir).
Öğretmen: İkide biri on altı ile genişletip otuz ikide bir demiş arkadaşınız, başka şekilde düşünen var mı?
Öğrenci [3,4]: Otuz ikide on altı olacak (diğer öğrenciler onaylar).
Öğrenci [2]: Öğretmenim ben bir ile on altıyı çarpmayı unutmuşum.
Öğretmen: Evet, kesirlerde genişletme işlemi yaparken hem payı hem de paydayı aynı sayı ile çarpıyorduk.
Öğrenci [3]: Çıkardığımızda otuz ikide on beş buluruz (Öğrenci çalışma kâğıdındaki $\frac{16}{32}-\frac{1}{32}$ işlemini gösterir, öğretmen de ilgili işlemi tahtada tekrarlar).
Öğretmen: Evet otuz ikide on beş buluruz. Peki, dörtte iki mi daha büyük yoksa otuz ikide on beş mi?
Öğrenci [5]: Öğretmenim (payda) eşitleyeceğiz.
Öğrenci [4]: Dörtte iki, otuz ikide on altı olur. On altı parça daha büyük olur.
Öğretmen: Öyleyse hangi iki gezegen birbirine daha uzakmış?
Öğrenciler [Birlikte]: Neptün ve Jüpiter.

Yukarıdaki diyalogda görüldüğü üzere, öğrencilerin kesirlerde çıkarma işlemine yönelik ön bilgilerinin olması, tartışmanın sorunsuz şekilde ilerlemesini sağlamıştır. Ancak kesirlerde çıkarma işleminin kavramsal olarak öğretildiği ilk uygulamalarda, öğretmenin oluşturulan modeli işlem ile ilişkilendirmesi önemlidir. Örneğin, yukarıdaki diyalogda yer alan etkinlikte, model üzerinde $\frac{3}{4}$'ün üç tane $\frac{1}{4}$'lik parçadan oluştuğu ve bu parçalardan bir tane $\frac{1}{4}$ çıkarıldığında iki tane $\frac{1}{4}$'lik parça yani $\frac{2}{4}$ kesrinin kalacağı fark ettirilerek öğrenciler için açık hale getirilebilir. Aynı şekilde, model öğrencilerin payda eşitlemenin ne anlama geldiğini anlamaları için de fırsatlar sunmaktadır. Örneğin, "İkide birin içinde kaç tane otuz ikide bir vardır?" sorusu ile $\frac{1}{2}$'in içerisinde $\frac{1}{32}$'lik parçadan 16 tane olduğunu görmeleri sağlanabilir. Devamında ise, "Uranüs ile Plüton arasında otuz ikide birlik parçalardan kaç adet vardır?" sorusu yöneltilerek, bir bütün 32 eş parçaya bölündüğünde Uranüs'ün $\frac{16}{32}$ kesrine denk geldiği fark ettirilir. Bu aşamada payda eşitleme yapılırken, kesrin hem payının hem de paydasının neden aynı sayı ile çarpıldığı da model ile ilişkilendirilmelidir. Öğretmen bu aşamada $\frac{1}{2}=\frac{16}{32}$ eşitliğinin nasıl sağlandığını tartışabilir. Bu tartışmada model üzerinde her birim kesir 16 eş parçaya bölündüğü için, pay ve payda 16 sayısı ile genişletilmeli sonucuna ulaşılabilir. Öğretmen tartışmalar için "İkide bir kesriyle hangi işlemi yapmışım?", "Bu işlemde kullandığım sayı ile model üzerinde yapmış olduğum parçalama sayısı arasında nasıl bir ilişki bulunmaktadır?", "Neden hem payı hem de paydayı çarpmam gerekiyor?" gibi sorular sorabilir. Artık paydaları eşit hale gelen kesirlerde çıkarma işlemi için bir önceki adımda açıklanan sorular takip edilerek ilerlenebilir.

Sonraki adımda, Mars-Uranüs ve Neptün-Satürn gezegenleri arasındaki uzaklıkların kıyaslaması yapılmıştır. Bu adımda öğrenciler hem kesir parçalarını hem de kesirlerde çıkarma işlemini kullanarak, gezegenler arasındaki mesafeyi karşılaştırmıştır. Aşağıda iki farklı yöntemin açıklandığı bir tartışma bölümü yer almaktadır:

Öğrenci [1]: Mars ve Uranüs arasında dörtte birden bir tane var, burada sekizde bir (Jüpiter ve Satürn arasını gösterir) var.
Öğrenci [2]: Öğretmenim (cevap) Neptün ve Satürn olmayacak mı? Onların arasında iki tane dörtte bir var.
Öğretmen: Peki, diğerinde (Mars ve Uranüs arasında) ne kadar var?
Öğrenci [2]: Mars ve Uranüs arasında bir tane dörtte bir var, ikinci parça dörtte birden, otuz ikide bir kadar küçük. İkinci dörtte bir tamamlanmıyor. O yüzden Neptün ve Satürn daha uzak.
Öğretmen: Siz nasıl yaptınız?
Öğrenci [4]: İşlemle. (Çalışma kâğıdındaki $\frac{1}{2}-\frac{1}{32}=\frac{15}{32}$ ve $\frac{3}{4}-\frac{1}{4}=\frac{2}{4}$ işlemlerini anlatır, aynı zamanda işlemler tahtada öğretmen tarafından tekrarlanır).
Öğretmen: O halde her iki yöntemle de Neptün ve Satürn birbirine Mars ve Uranüs'ten daha uzak oluyor (Öğrenciler onaylar).

Etkinliğin devamında aynı süreçler çalışma kâğıdındaki diğer gezegen ikilileri için de tekrarlanmıştır (Fotoğraf 4).



Fotoğraf 4. Öğrencinin Çalışma Kâğıdındaki İşlemleri

Sonraki bölümlerde de öğrencilerin hem kesir parçalarını kullanarak karşılaştırma yapmaları, hem de çıkarma işlemi kullanarak büyük olan mesafeyi bulmaları sağlanmıştır. Öğrencilerin ellerinde bir model olması nedeniyle kesirlerde karşılaştırma işlemlerini daha kolay yaptıkları gözlenmekle birlikte, bazı öğrencilerin işlemlerde (payda eşitleme, çıkarma işlemi yapma gibi) zaman zaman zorluk yaşadıkları gözlenmiştir. Bu gibi durumlarda öğrenciler çeşitli sorularla desteklenmiştir. Örneğin, payda eşitleme esnasında kesrin payını genişletmeyi unutan bir öğrenci için, "Elimizdeki bütünü toplamda kaç parçaya böldük?", "Bu gezegene kadar kaç parça var?", "O halde bu gezegeni hangi kesirle ifade edebiliriz?" gibi sorularla, yapmış olduğu hata fark ettirilmiştir.

Etkinliğin uygulanması yaklaşık 60 dakika sürmüştür. Etkinliğin sonlanmasının ardından öğrencilere etkinlik hakkındaki görüşlerini açıklamaları için açık uçlu sorulardan oluşan bir anket verilmiş ve anketi doldurmaları için 10 dakika süre tanınmıştır (Ek 2). İlgili dokümanda kişisel bilgiler sorulmadığı için öğrencilerin düşüncelerini etki altında kalmadan ifade ettikleri varsayılmaktadır.

Etkinliğe İlişkin Öğrenci ve Öğretmen Görüşleri

İlk soruda öğrencilere origami etkinliği hakkındaki görüşleri sorulmuştur. Öğrencilerin çoğunluğu etkinlikten keyif aldıklarını ifade etmişlerdir: "Eğlenceliydi, çok ilginçti.", "Süper", "Çok eğlenceliydi, beğendim.", "Çok iyiydi, böyle etkinlikler hoşuma gidiyor.", "Kâğıt katlamak çok zevkli." Öğrencilerin büyük bir bölümü başka origami etkinliklerine de katılmak istediklerini söylemişlerdir. Sadece iki öğrenci yapılan etkinliğe benzer origami etkinliklerine katılmak istemediklerini ifade etmişlerdir. Bu öğrenciler, etkinliği zor ve can sıkıcı olarak tanımlamışlardır.

İkinci soruda öğrencilere etkinliğin kesirler konusunda kendilerine yardımcı olup olmadığı sorulmuştur. Öğrenciler verdikleri yanıtlarda, etkinliğin kesirlerle ilgili unuttukları kavramları hatırlamalarını ve kesirleri daha iyi anlamalarını sağladığını ifade etmişlerdir: "Daha iyi anladım.", "Kaçta kaçı olduğunu ve yakınlıklarını öğrendim ve eğlenceli bir matematik yaptım.", "Kesirleri pek anlamam ama bu etkinlik sayesinde anladım.", "Kesirleri hatırladım.", "Hem sonuç buluyoruz hem kesirleri hatırlıyoruz hem eğlenceliydi."

Benzer şekilde, öğrencilere yapılan etkinliğin Güneş sistemi ve gezegenler konusunda kendilerine faydalı olup olmadığını açıklamaları istenmiştir. Öğrenciler bu soruya da önceki soruda olduğu gibi etkinliğin gezegenler konusunu öğrenmelerine katkı sağladığını ifade etmişlerdir: "Gezegenleri baştan öğrenmiş olduk", "Gezegenlerin özelliklerini öğrendim", "Sıralarını tekrarladım", "Yerlerini öğrendim", "Bilmediğim gezegenler vardı öğrenmiş oldum", "Gezegenleri çok merak ederdim, çok faydalı bir etkinlik", Gezegenlerin sırasını öğrendim", "Gezegenlerin birçoğunu bilmiyordum", "Asteroit taşını öğrendik ve Plüton'un gezegen olmadığını öğrendik".

Etkinliği uygulayan öğretmen ise etkinliğin sorgulama temelli bir yaklaşımla ilerlemesinden dolayı öğrencilerin kendilerini ifade etmek için çeşitli fırsatlar bulduklarını ve ilgi çekici olmasından dolayı da etkinliğe katılımın yüksek olduğunu belirtmiştir. Öğretmen etkinlikte bir model oluşturulduğundan dolayı, etkinliğin hem matematiksel anlamda (kesir büyüklüklerini ve kesirlerde çıkarma işlemini somutlaştırması) hem de fen bilimleri açısından (Güneş sistemini gezegen sıralaması bağlamında görselleştirmesi) anlamayı kolaylaştırdığını düşünmektedir. Ayrıca, etkinlikte uygulanan katlama adımlarının kolay olması, malzemelerin ulaşılabilir ve ekonomik olması nedeniyle, etkinliğin kolaylıkla tekrar uygulanabilir olduğunu ifade etmiştir. Öte yandan, uygulayıcı matematik öğretmeni olmasından dolayı etkinliğin hazırlık aşamasında fen bilimleri kazanımlarına yönelik bir ek hazırlığa ihtiyaç duyduğunu belirtmiş; bu nedenle etkinliği fen bilimleri ve matematik öğretmeninin birlikte uygulamasının daha faydalı olabileceğini vurgulamıştır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada kesirlerin ve Güneş sisteminin öğretiminde kullanılabilecek disiplinlerarası bir origami etkinliği tasarlanmış ve uygulanmıştır. Etkinliğin uygulama sürecinde öğrencilerin yaşadıkları bazı zorluklar ortaya çıkmış ve bu zorluklar öğretmenin yönlendirmeleriyle giderilmiştir. Etkinliğin sonunda öğrenciler kesirler ve astronomiyle ilgili yeni kavramlar öğrendiklerini, bu konulara dair unuttukları bazı kavramları hatırladıklarını ve etkinliği eğlenceli bulduklarını ifade etmişlerdir. Etkinliğin ortaokul öğrencilerinin matematik ve fen bilimleri derslerinde uygulanabilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Altıncı sınıf kazanımlarını kapsayan bu etkinlik, yedinci sınıf öğrencilerine daha önce öğrendikleri kavramları hatırlamaları ve varsa ilgili kavramlara yönelik zorluklarını gidermeleri için uygulanmıştır. Kesirlerin öğretiminde en fazla alan modelinin kullanıldığı görülse de (Lamon, 2005), eş zamanlı olarak diğer modellerden faydalanılmasının önemi de vurgulanmaktadır (Samsiah, 2002). Bu bağlamda, etkinlikteki kâğıt şeridin hem alan hem de uzunluk (sayı doğrusu) modeli olarak kullanılması etkinliğin güçlü yönlerinden biri olarak görülebilir. Ayrıca, bu modelin kullanımı öğrencilerin sıklıkla zorluk yaşadığı Güneş sistemini görselleştirmesine (Comins, 2000; Gali, 2021) imkân vermektedir. Bu etkinlikte hem kesirler hem de güneş sistemi konularında model kullanılarak yapılan görselleştirmelerin öğrenciler üzerinde olumlu etkileri gözlenmiştir. Dolayısıyla, çalışma bulgularından yola çıkılarak bu etkinliğin altıncı sınıfta matematik ve fen bilimleri derslerinin ilgili kazanımlarında bir öğretim etkinliği olarak da kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Bu anlamda origami kullanılarak tasarlanmış bu etkinlik matematik ve fen bilimleri öğretmenlerine bir kaynak sağlamaktadır.

Bu çalışmada tasarlanan disiplinlerarası etkinliğin hedeflediği kazanımların ortaokul matematik ve fen bilimleri öğretim programlarında farklı zamanlarda yer aldığı göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle, bu etkinliği disiplinlerarası bir etkinlik olarak kullanmak isteyen uygulayıcıların öğretim planlarını paralel zamanlara denk gelecek şekilde düzenlemeleri önerilmektedir. Ayrıca, etkinliğin iki farklı disiplini içermesinden dolayı, matematik ve fen bilimleri öğretmenlerinin ortak hazırlık ve uygulama yapmaları etkili bir öğretim için gereklidir.

Etkili bir öğretim amaçlayan uygulayıcıların etkinlik materyallerini öğrencilerin kullanabileceği forma getirmeleri için bir ön hazırlığa ihtiyaçları bulunmaktadır. Bu bağlamda, uygulayıcılara etkinlik öncesinde şeritleri oluşturmaları, gezegenleri hazırlamaları ve kırtasiye malzemelerini (yapıştırıcı ve kalem gibi) temin etmeleri önerilmektedir. Ayrıca bu etkinlikteki katılımcılar daha önceden ilgili kavramlara yönelik ön bilgileri olduğu için, etkinlik sırasındaki tartışmalar daha hızlı ilerlemiştir. Ancak etkinlik, kavramları yeni öğrenecek bir öğrenci grubuna uygulanacaksa, tartışmaların daha fazla zaman alacağı öngörülmelidir. Uygulayıcıların bunu dikkate alarak etkinliğe daha fazla zaman ayırmaları önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Arıcı, S., & Aslan-Tutak, F. (2015). The effect of origami based instruction on spatial visualization, geometry achievement, and geometric reasoning. *International Journal of Science and Mathematics Education, 13*, 179-200. https://doi.org/10.1007/s10763-013-9487-8

Boz, B. (2015). A journey from two-dimensional papers to three-dimensional origami cube. *Journal of Inquiry Based Activities, 5*(1), 20-33. https://www.ated.info.tr/ojs-3.2.1-3/index.php/ated/article/view/58

Budnitz, N. (2002). Origami as a model for development in organisms. In T. Hull (Ed.), *Origami 3: Third international meeting of origami science, mathematics and education* (pp. 329-336). A. K. Peters.

Carter, J., & Ferrucci, B. (2002). Instances of origami within mathematics content texts for preservice elementary school teachers. In T. Hull (Ed.), *Origami 3: Third international meeting of origami science, mathematics and education* (pp. 337–344). A. K. Peters.

Coad, L. (2007). Paper folding in the middle school classroom and beyond. *Australian Mathematics Teacher, 62*(1), 6-13.

Comins, N. F. (2000). A method to help students overcome astronomy misconceptions. *The Physics Teacher, 38*(9), 542-543.

Çakmak, S., Işıksal, M., & Koç, Y. (2014). Investigating effect of origami based mathematics instruction on elementary students' spatial skills and perceptions. *The Journal of Educational Research, 107*, 59-68. https://doi.org/10.1080/00220671.2012.753861

Çelikler, D., Aksan, Z., & Ünan, Z. (2017). The use of origami in science education. In N. Akpınar-Dellal & S. Tican-Başaran (Eds.), *The Proceedings of 2nd International Contemporary Educational Research Congress* (pp. 107-117). Anı Yayıncılık.

Gali, F. (2021). Secondary school children's understanding of basic astronomy concepts. *Journal of Studies in Social Sciences and Humanities, 7*(3), 328-342.

Georgeson, J. (2011). Fold in origami and unfold math. *Mathematics Teaching in Middle School, 16*(6), 354-361. https://doi.org/10.5951/MTMS.16.6.0354

Güneş, M. H. (2012). Origami technique in the teaching of nucleic acids. *Hacettepe University Journal of Education, 43*, 222-233.

Hansen, A. (2020). *Children's errors in mathematics*. Sage.

Higginson, W., & Colgan, L. (2001). Algebraic thinking through origami. *Mathematics Teaching in the Middle School, 6*(6), 343-349. https://doi.org/10.5951/MTMS.6.6.0343

Jet Propulsion Laboratory. (2021). *Solar system scroll*. https://www.jpl.nasa.gov/edu/teach/activity/solar-system-scroll/

Kandil, S., & Işıksal-Bostan, M. (2019). Effect of inquiry-based instruction enriched with origami activities on achievement, and self-efficacy in geometry. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 50*(4), 557-576. https://doi.org/10.1080/0020739X.2018.1527407

Lamon, S. J. (2005). *Teaching fractions and ratios for understanding: Essential content knowledge and instructional strategies for teachers* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.

Milli Eğitim Bakanlığı. (2018a). *Matematik dersi öğretim programı: İlkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar.* http://mufredat.meb.gov.tr

Milli Eğitim Bakanlığı. (2018b). *Fen bilimleri dersi öğretim programı: İlkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar.* http://mufredat.meb.gov.tr

Okur, M., & Çakmak-Gürel, Z. (2016). Ortaokul 6. ve 7. sınıf öğrencilerinin kesirler konusundaki kavram yanılgıları. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 18*(2), 922-952. https://doi.org/10.17556/jef.30116

Önal, H., & Yorulmaz, A. (2017). İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin kesirler konusunda yaptıkları hatalar. *Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi, 4*(1), 98-113. https://dergipark.org.tr/tr/pub/etad/issue/29984/314564

Russell, R. A. (2017). Fractions in origami pinwheels. *Teaching Children Mathematics, 23(9),* 532-540. https://doi.org/10.5951/teacchilmath.23.9.0532

Samsiah, H. (2002). *Fraction concepts and skills of some primary six pupils in Brunei Darussalam* [Unpublished master thesis]. University Brunei Darussalam.

Tuğrul, B., & Kavici, M. (2002). Kağıt katlama sanatı ve öğrenme [The art of paper folding and learning]. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 1*(11), 1-17.

Ünan, Z., Aksan, Z., & Çelikler, D. (2016). Origami modeling of tetrahedral molecular geometry. In N. Akpınar-Dellal & H. Yokuş (Eds.), *The Proceedings of the International Contemporary Educational Research Congress* (pp. 418-423). Pegem Akademi Yayıncılık.

Kaynak Gösterme

Arslan, O., Eroğlu, D., & Tatli, E. (2022). Disiplinlerarası bir origami etkinliği: Güneş sistemindeki kesirler. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi, 12*(1), 1-17. https://www.ated.info.tr/ojs-3.2.1-3/index.php/ated/issue/view/23

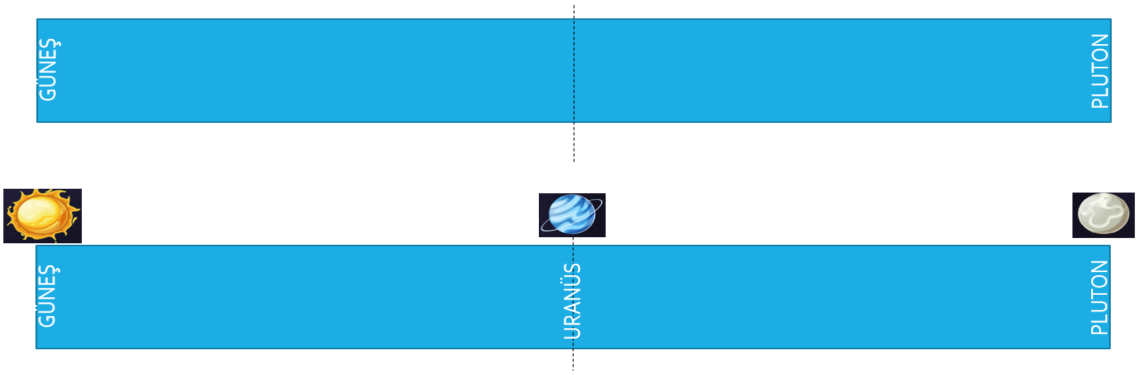
Ek 1

Gezegenler Çalışma Kâğıdı

1. Adım: Elimizdeki dikdörtgen şerit kâğıdımızın sol kenarına *Güneş* sağ kenarına ise *Plüton* yazalım. Sonrasında Güneş ve Plüton üst üste gelecek şekilde kâğıdımızı şekildeki gibi katlayıp açalım. Oluşan kat izine *Uranüs* yazalım.

Soru: Kâğıdımızı bir bütün olarak düşünürsek, kat izini, yani Uranüs'ün yerini hangi kesir ile gösterebiliriz?

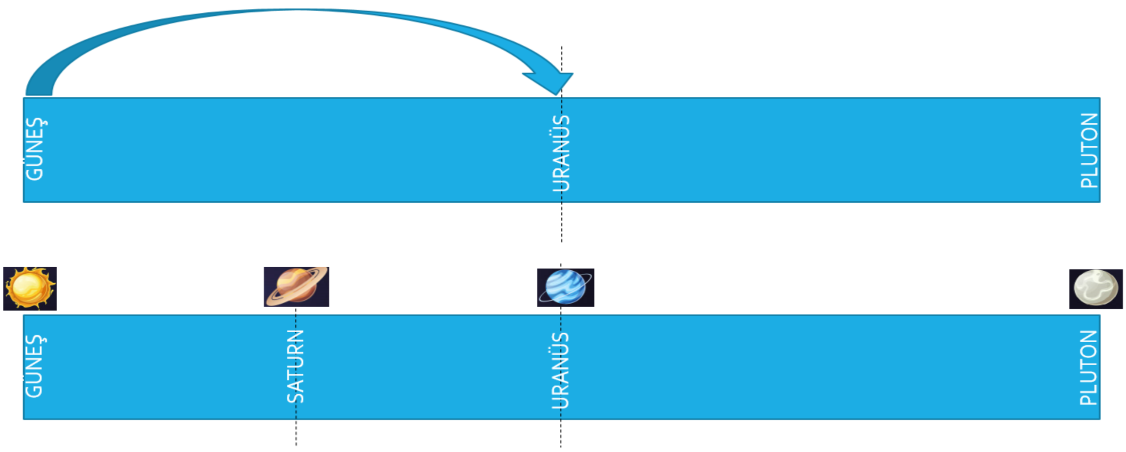
Cevap:



2. Adım: *Güneş*'in olduğu kenarı *Uranüs*'ün üzerine gelecek şekilde katlayalım. Oluşan kat izine *Satürn* yazalım.

Soru: Yine kâğıdımızı bir bütün olarak düşünürsek, en son adımda oluşan kat izini, yani Satürn'ün yerini hangi kesir ile gösterebiliriz?

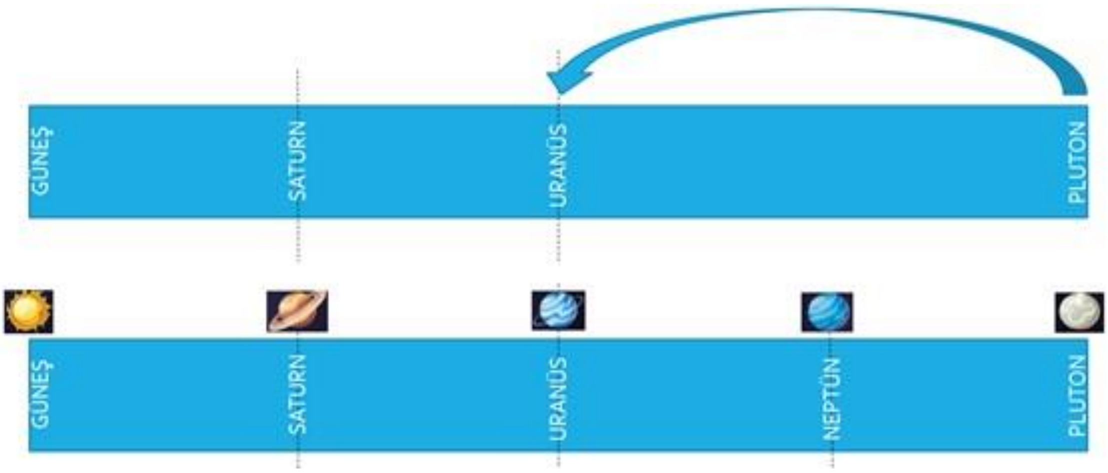
Cevap:



3. Adım: *Plüton* kenarını *Uranüs*'ün üzerine gelecek şekilde katlayalım. Oluşan kat izine *Neptün* yazalım.

Soru: En son adımda oluşan kat izini, yani Neptün'ün yerini hangi kesir ile gösterebiliriz?

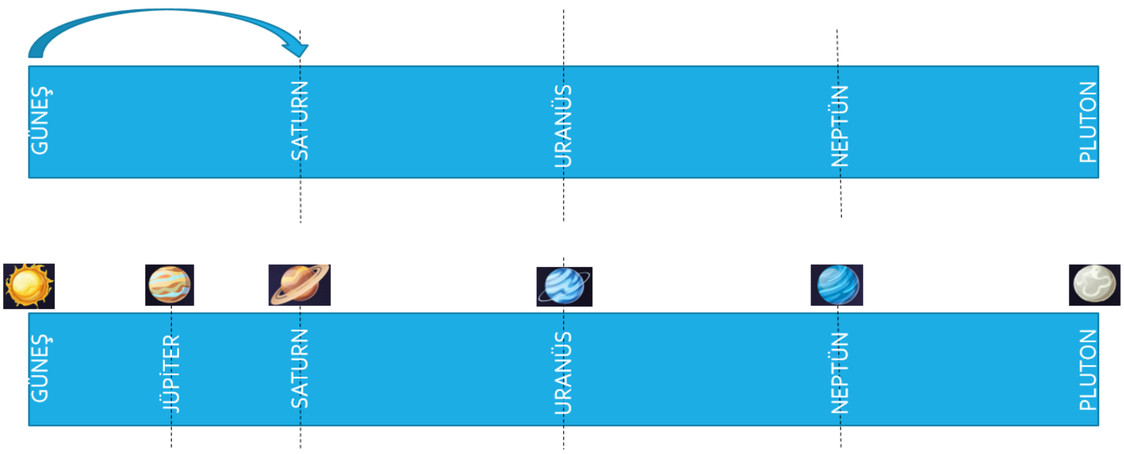
Cevap:



4. Adım: Güneş kenarını Satürn'ün üzerine katlayalım. Oluşan kat izine Jüpiter yazalım.

Soru: En son adımda oluşan kat izini yani Jüpiter'in yerini hangi kesir ile gösterebiliriz?

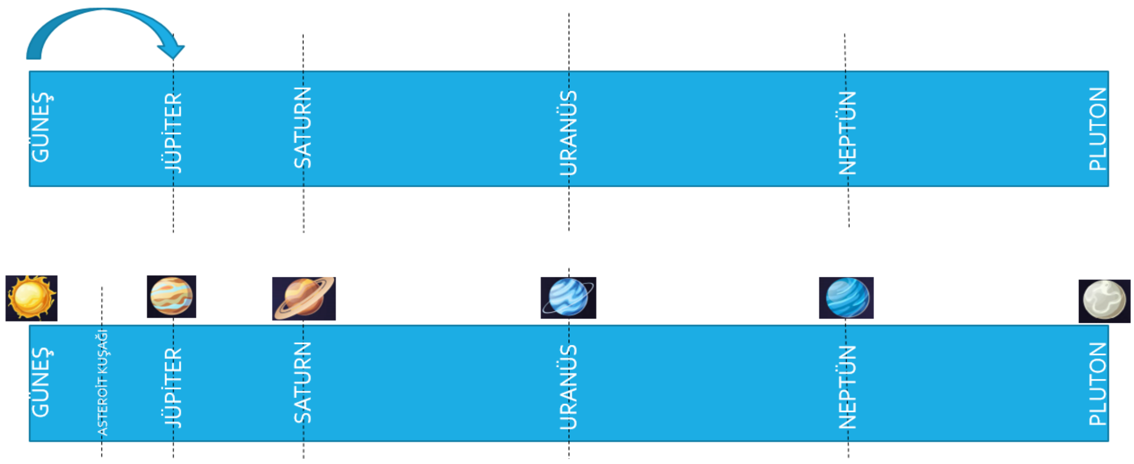
Cevap:



5. Adım: Güneş kenarını Jüpiter'in üzerine katlayalım. Oluşan kat izine Asteroit Kuşağı yazalım.

Soru: En son adımda oluşan kat izini yani Asteroit Kuşağı'nın yerini hangi kesir ile gösterebiliriz?

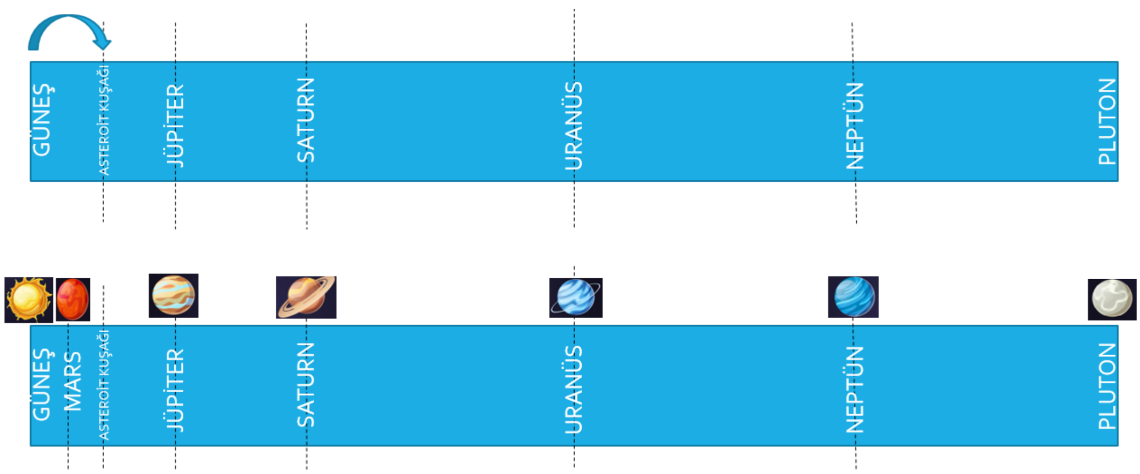
Cevap:



6. Adım: Güneş kenarını Asteroit Kuşağı'nın üzerine katlayalım. Oluşan kat izine Mars yazalım.

Soru: En son adımda oluşan kat izini yani Mars'ın yerini hangi kesir ile gösterebiliriz?

Cevap:

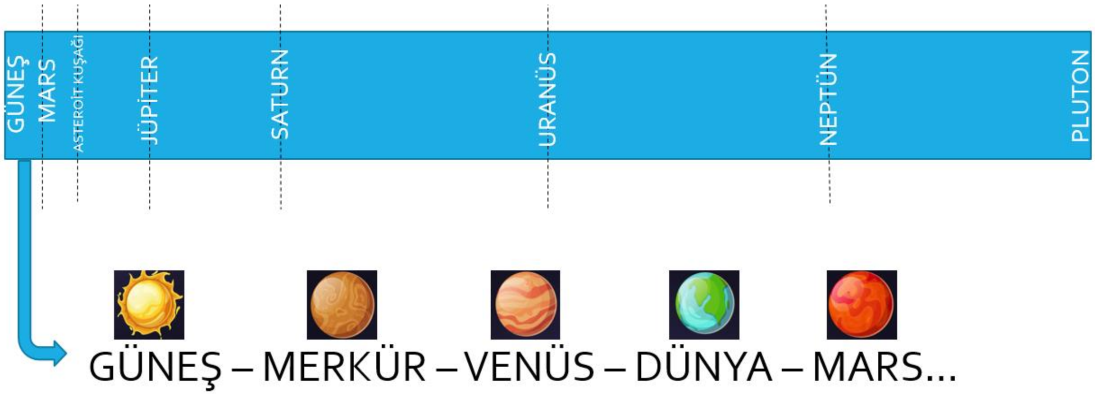


7. Adım: Güneş ile Mars arasına sırasıyla Merkür, Venüs ve Dünya yazalım.

Soru: Yukarıdaki sıralamaya göre Merkür, Venüs ve Dünya hangi kesirler ile gösterilebilir, tahminlerinizi aşağıya yazınız.

Cevap:

Merkür: Venüs: Dünya:



8. Adım: Elimizdeki modele göre hangi iki gezegen birbirine daha uzaktır? (Daha uzak olduğunu düşündüğünüz gezegen ikilisini yuvarlak içerisine alınız).

Neptün ve Jüpiter — Mars ve Uranüs

Mars ve Uranüs — Neptün ve Satürn

Dünya ve Satürn — Satürn ve Uranüs

Mars ve Jüpiter — Jüpiter ve Satürn

Ek 2

Etkinlik Değerlendirme

- Bugün yaptığımız origami etkinliği hakkında ne düşünüyorsunuz?

- Bunun gibi başka origami etkinliklerine katılmak ister misiniz?

☐ Evet, çünkü…

☐ Hayır, çünkü…

- Etkinlik esnasında neler hissettiniz? (Eğlence, can sıkıntısı, merak, korku vs.)

- Etkinliğin kesirler konusunda size faydalı olduğunu düşünüyor musunuz?

☐ Evet, çünkü…

☐ Hayır, çünkü…

- Etkinliğin gezegenler konusunda size faydalı olduğunu düşünüyor musunuz?

☐ Evet, çünkü…

☐ Hayır, çünkü…