

Ortaokul Öğrencilerinin Üç Nokta ve Sonsuzluk Kavramına İlişkin Görüşleri

Kübra YILDIRIM*

Cenk KEŞAN**

Öz

Bu çalışmanın amacı ortaokul öğrencilerinin sonsuzluk ve üç nokta kavramlarına yönelik farkındalıklarını tespit etmektir. Bu çalışmada durum (örnek olay) çalışması yöntemi kullanılmıştır. Çalışma, İzmir ili Kemalpaşa ilçesinde öğrenim gören 5., 6., 7., ve 8. sınıflardan 10'ar öğrenci olmak üzere toplam 40 öğrenci ile yürütülmüştür. Bu çalışmada ortaokul öğrencilerinin sonsuzluk ve üç nokta ilgili düşünceleri açık uçlu değerlendirme sorularından oluşan görüşme formu ile toplanmıştır. Elde edilen sonuçlar betimsel analiz ile analiz edilmiştir. Çalışmada “üç nokta”, “en büyük sayı”, “sonsuzluk azalır mı” ve “sonsuzluk artar mı” olmak üzere 4 tema vardır. Çalışma sonucunda öğrencilerin bu temalara verdikleri yanıtların çelişkili olduğu ve öğrenciler tarafından bu kavramların tam olarak kavranmadığı görülmektedir. Bu çalışmadan ortaokul öğrencilerinin (5, 6, 7 ve 8. sınıf) ortaokulda karşılaştıkları bu iki kavramı tam olarak öğrenmeden bir üst eğitim kurumuna geçtiği sonucu çıkarılabilir.

Anahtar Kelimeler: Ortaokul matematik dersi öğretim programı, Sonsuzluk, Üç nokta, Ortaokul öğrencileri

*Matematik Öğretmeni, MEB, Doktora Öğrencisi, kubra.yildirim.90@hotmail.com

**Doç. Dr., DEÜ Eğitim Fakültesi, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı, cenkkesan@gmail.com

The Analysis of Secondary School Students' Views on The Concepts of Triple Dot and Infinity

Abstract

The aim of this study is to determine the awareness of the concept of infinity and triple dot in secondary school students. In this study, case studies have been used. The study was carried out with a total of 40 students, 10 of whom were students from the 5th, 6th, 7th and 8th grades who were educated in İzmir Kemalpaşa province. In this study, middle school students' infinity and three point related thoughts were gathered by interview form consisting of open ended evaluation questions. The results were analyzed by descriptive analysis. There are 4 themes in the study: "triple dot", "greatest number", "infinity decreases" and "infinity increases". In the study, it is seen that the answers given by the students to these themes are contradictory and the students do not fully understand these concepts. From this study, we can deduce that, secondary school students (5, 6, 7 and 8. grade) pass to a higher education institution without fully learning these two concepts they encounter in secondary school.

Key Words: Secondary school maths curriculum, Infinity, Triple dot, Secondary school students

Giriş

Matematiksel kavramlar matematik eğitiminin ayrılmaz bir parçasıdır. Matematik eğitiminin genel amaçlarından birincisi öğrencinin matematiksel kavramları anlayabilmesini, bunlar arasında ilişkiler kurabilmesini, bu kavram ve ilişkileri günlük hayatta ve diğer disiplinlerde kullanabilmesini sağlamaktır (MEB, 2013). Bundan dolayı MEB (2013), matematikteki kavramların geliştirilmesinin, belli ders saatleri ile sınırlandırılmadan süreç içinde gerçekleştirilmesinin önemini vurgulamıştır.

Sonsuzluk kavramı uzun süre matematikçilerin uzak kalmayı tercih ettiği bir konudur. Matematikçiler arasında büyük tartışmaların yaşanmasına neden olan bu kavram uzun süre cevaplanamayan soruları da beraberinde getirmiştir (Kanbolat, 2010). Uzun yıllar bu kavram matematikçiler arasında kabul görmese de daha sonraları bu kavramın varlığını kabul edenler bu kavram ile ilgili kendi anlayışlarını oluşturmuşlardır (Aztekin, 2008). Sonsuzluk gibi tarihte tartışmalara yol açan bir konuda farklı matematiksel anlayışların ve kavram imajlarının oluşması doğal bir durumdur (Aztekin, 2008). Öğrenciler açısından ise sonsuzluk kavramı karmaşık ve soyut bir kavramdır (Kolar ve Cadez, 2012). Soyut bir kavram olmasından ötürü görsel olarak biçimlendirmek ve yaşadığımız dünya ile ilişkilendirmekte zorluklar yaşanmaktadır (Bozkuş, 2014). Öğrencilerin günlük yaşam tecrübeleri her şeyin bir sonunun olduğu yönündedir. Bu durum öğrencilerin matematiksel sonsuzluk anlayışlarını kısıtlamaktadır (İşleyen, 2013). Tall (2001) ise bütün sonsuzluk anlayışlarının öğrencilerin sonlu deneyimleri sayesinde ortaya çıktığını söylemiştir.

Sonsuzluk matematikte ortaöğretim ve lisans düzeyinde sıklıkla kullanılan bir kavramdır. Öğrenciler diziler, seriler, limit, süreklilik, türev, integral gibi önemli matematik konularında bu kavram ile daha sık karşılaşmaktadırlar. Diğer bir açıdan öğrenciler aslında bu kavram ile ortaokul yıllarında da karşılaşmaktadırlar. Ortaokul matematik öğretim programına bakıldığında sonsuzluk kavramı ile ilgili herhangi bir kazanım görülmemektedir. Öğrenciler bu yıllarda sonsuzluk kavramını daha çok sezgisel olarak kullanmaktadırlar (Özmantar, 2008). Yapılan çalışmalar öğrencilerde sonsuzluk sezgisinin var olduğunu göstermektedir (Singer ve Voica, 2003). Ortaokul programındaki doğru, düzlem, devirli ondalık sayılar, pi sayısı, irrasyonel sayı gibi kavramların öğretiminde sonsuzluk kavramından bahsedilmektedir fakat bu yıllarda öğrencilerin bu kavramı öğrenmeleri daha çok sezgisel kavrama veya tesadüfi öğrenmelerle gerçekleşmektedir (Özmantar, 2008). Jirotkova ve Littler (2004), öğrencilerin

sonsuzlukla ilgili düşünceleri ilk olarak amaçlı bir öğretim olamadan sezgisel olarak geliştiğini söylemiştir. Ayrıca bu informal yolla öğrenme ilerideki öğrenmelerde sorunlara yol açabilir. Tall (1980), öğrencilerdeki sonsuzluk kavramına yönelik sezgisel düşüncelerin üzerinde durulması gerektiğini vurgulamıştır (aktaran Bozkuş, Toluk ve Çetin, 2015). Bozkuş, Toluk ve Çetin (2015), yapmış oldukları çalışmada öğrencilerin sonsuzlukla ilgili gerçek hayattan edindikleri sezgileri olduğu görülmüştür. Sierpiska (1987), birçok öğrencinin sonsuzluk kavramını en büyük sayı olarak öğrendiğini ve bunun ileride sonsuzluk kavramına yönelik öğrencilerde yanlış öğrenme ve zorluklara sebep olacağını belirtmiştir. Sonsuzluk kavramını öğrencilerin günlük yaşam deneyimleri de etkilemektedir (Çelik ve Akşan, 2013; Singer ve Voica, 2008). Sonsuzluk kavramının günlük yaşamdaki ilk akla gelen anlamı “sonu olmayan” veya “belli bir karşılığı olmaması” şeklindedir (Çelik ve Akşan, 2013). Matematik eğitiminin genel amaçlarından biri öğrencilere ileri bir eğitim alabilmek için gerekli matematiksel bilgi ve becerileri kazandırmaktır (MEB, 2013). Bozkuş (2014), öğrencilerin matematiksel öğrenmeleri ile ikincil sezgilerinin geliştiğini ve bu sezgilerinin sonsuzluğu öğrenmeye daha elverişli olduğunu belirtmiştir.

Sonsuzluk kavramı ile ilgili bir çok çalışma yürütülmüştür (Aztekin, 2008; Dubinsky, Weller, McDonald ve Brown, 2005; Ervynck, 1994; Fischbein, 2001; Kanpolat, 2010; Mamolo ve Zazkis, 2008 ; Monaghan, 1986; Singer ve Voica, 2003; Singer ve Voica, 2008; Tall ve Tirosh, 2001; Narlı ve Narlı, 2013). Sonsuzluk kavramına yönelik ülkemizde az sayıda çalışma yapılmıştır (Aztekin, 2008; Çelik ve Akşan, 2013; Güven ve Karataş, 2004; İşleyen, 2013; Narlı ve Narlı, 2013; Bozkuş, Toluk ve Çetin, 2015). Bu çalışmalardan ortaokul öğrencilerine yönelik (Aztekin, 2008; Narlı ve Narlı, 2013; Bozkuş, Toluk ve Çetin, 2015), ortaöğretim öğrencilerine yönelik (İşleyen, 2013), matematik öğretmen adaylarına yönelik (Güven ve Karataş, 2004; Çelik ve Akşan, 2013) ve doktora öğrencilerine yönelik (Aztekin, 2008) çalışmalar yürütülmüştür.

Çalışmanın Amacı

Kavram öğretimi ve öğrenimi matematik eğitiminin ayrılmaz bir parçasıdır (Köksal, 2006). Öğrenciler matematikteki bir kavramı ne kadar doğru öğrenirlerse ileriki yıllarda oluşturacakları kavramları da daha doğru öğrenebilirler. Sonsuzluk öğrencilerin en çok ortaöğretim ve lisans matematik derslerinde karşılaştıkları bir kavram olmasının yanında aslında ortaokul matematik müfredatındaki bazı kazanımlarda da sonsuzluk kavramı görülmektedir. Doğru, ışın, devirli ondalık sayı, pi sayısı, irrasyonel sayı gibi kavramlar öğrencilerin ortaokul yıllarında karşılaştıkları kavramlardandır. Bu kavramların tam öğrenimi için sonsuzluk kavramının doğru kavranması gerekmektedir (Özmantar, 2008). Ortaokul matematik dersi

öğretim programında sonsuzluk kavramına yönelik bir kazanım bulunmamaktadır. Öğrenciler bu kavramı tesadüfi veya sezgisel olarak öğrenmektedirler (Çelik ve Akşan, 2013). Bu çalışmanın amacı sonsuzluk ve üç nokta kavramları hakkında öğrencilerin farkındalıklarını belirlemektir. Ortaokul öğrencilerinin sonsuzluk ve üç nokta kavramlarına yönelik farkındalıklarını belirlemek ileriki yıllardaki konularda (dizi, limit, süreklilik, türev ,integral vb.) bu kavramlar karşısına çıktığında yaşanabilecek olası güçlükleri de öngörebilmemize yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

Yöntem

Bu çalışmada durum (örnek olay) çalışması yöntemi kullanılmıştır. Durum çalışmaları çalışmaya konu olan ortam veya olayların bütüncül bir yorumunu hedefler (Yıldırım ve Şimşek, 2011) ve araştırılan problemin bir yönünün derinlemesine ve kısa sürede çalışılmasına imkân sağlar. Durum çalışmaları araştırmacılara bir problemin özel bir durumu üzerine yoğunlaşma fırsatı verir (Çepni, 2007).

Çalışma Grubu

Araştırma grubu Milli Eğitim Bakanlığına bağlı ortaokul 5, 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Araştırma İzmir ilindeki bir ortaokuldaki öğrenciler ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma grubu seçiminde kolay ulaşılabilir ve amaçlı örnekleme yöntemi seçilmiştir. Matematik dersinde başarısı yüksek olan öğrencilerin bu kavramlara yönelik farkındalıklarının daha fazla olduğu düşünüldüğü için başarısı yüksek olan öğrenciler ile çalışılmıştır. Her sınıf seviyesinden 10 öğrenci seçilip toplam 40 öğrenci ile çalışılmıştır.

Veri Toplama Aracı

Bu çalışmada, veri toplama aracı olarak görüşme formu uygulanmıştır. Bu araştırmanın yazarları tarafından hazırlanan aracın geliştirilme sürecinde 3 alan uzmanının görüşleri alınmıştır. Görüşme formunda yer alan sorular, mevcut ortaokul matematik programı ve ilgili literatürlerden de yararlanılarak oluşturulmuştur. Hazırlanan 15 açık uçlu sorudan alan uzmanının görüşü alınarak dört tanesinin uygulamada kullanılmasına karar verilmiştir. Çıkarılan sorular öğrencilerin seviyesine uygun olmadığı ve öğrencilerde kafa karışıklığına sebep olabileceği gerekçesiyle kullanılmamıştır. Buna göre form, öğrencilerin sonsuzluk ve üç nokta kavramlarına yönelik düşüncelerini belirleyen 4 açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Görüşme formunun soruları Ek-1’de sunulmuştur.

Uzman değerlendirmesinde uyuşum yüzdesi hesaplanmıştır. Miles ve Huberman (1994)’ün önerdiği güvenilirlik için uyuşum yüzdesi formülü $(N_{ax100})/(N_a+N_d)$ dir. 2 alan

uzmanı ayrı ayrı kodlamalar yapmış ve güvenilirlik yüzdesi % 96 bulunmuştur. Güvenirlik yüzdesinin % 96 bulunması araştırma için güvenilir kabul edilmektedir (Miles ve Huberman, 1994). Kodlamadaki benzerlik oranının fazla olması kodlayıcı güvenilirliği açısından yeterli bulunmuştur.

Verilerin Çözümlemesi

Öğrencilere uygulanan ve görüşme formundan elde edilen verilerin betimsel analizi yapılmıştır. Betimsel analizin aşamaları; betimsel analiz için bir çerçeve oluşturma, tematik çerçeveye göre verilerin işlenmesi, bulguların tanımlanması, bulguların yorumlanması şeklindedir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Öğrenci cevapları “Tam ve İkna edici açıklama”, “Belirsiz veya yetersiz açıklama”, “Yanlış açıklama” ve “Yanıt yok” şeklinde dört kategori göz önüne alınarak çözümlenmiştir. Kategorileri oluşturmada literatürde var olan kategorilerden yararlanılmıştır (Çelik ve Akşan, 2013). Her bir kategori ve bu kategoride yer alan cevapların niteliği aşağıda açıklanmıştır:

Tam ve ikna edici açıklama: Tam ve doğru açıklamaları içeren cevaplar,

Belirsiz veya yetersiz açıklama: Yetersiz veya tam olarak anlaşılamayan cevaplar,

Yanlış açıklama: Yanlış veya ilişkisiz açıklamalar içeren cevaplar,

Yanıt yok : Soruya cevap niteliği taşıyacak herhangi bir açıklama olmaması şeklindedir.

Görüşme formlarına verilen yanıtlar 2 alan uzmanı ile belirlenen kategoriler altında bir araya getirilmiştir. Öğrencilerin bu kavramlara ait düşünceleri ortaya çıkarılmıştır. Kategorilere göre frekansları ve yüzdeleri ayrı ayrı belirlenmiştir. Tablolardaki “Öğrenci Cevapları” öğrencilerin verdikleri cevaplardan oluşan doğrudan alıntılardır. Öğrenciler “ Ö1, Ö2, Ö3, ..., Ö40” şeklinde kodlanmıştır.

Bulgular

Bu bölümde “üç nokta”, “ en büyük sayı”, “sonsuzluk azalır mı” ve “sonsuzluk artar mı” temaları altında bulgular sunulmuştur.

Üç nokta temasına ilişkin bulgular :

Öğrencilerin “ 1,2,3,4 ,... “ koyduğumuz bu üç nokta ne demektir? “sorusuna ilişkin cevapları aşağıda verilmiştir.

Tablo 1: 5. sınıf öğrencilerinin üç nokta temasına ilişkin açıklamaları

Kategori	f	%	Öğrenci cevapları
Yetersiz veya belirsiz açıklama	10	00	“Devamı var demek” (Ö1, Ö2, Ö4, Ö6, Ö7, Ö9, Ö10) “Geri kalan sayılar” (Ö8) “Daha bitmedi demek” (Ö3, Ö5)

Tablo 2: 6. sınıf öğrencilerinin üç nokta temasına ilişkin açıklamaları

Kategori	f	%	Öğrenci cevapları
Tam ve ikna edici açıklama	1	10	“Verilen örüntüdeki sayıların ardışık olarak artarak sonsuza kadar devam ettiğini gösterir.” (Ö18)
Yetersiz veya belirsiz açıklama	9	90	“Devamı var demek” (Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö19, Ö20)

Tablo 3: 7. sınıf öğrencilerinin üç nokta temasına ilişkin açıklamaları

Kategori	f	%	Öğrenci cevapları
Tam ve ikna edici açıklama	1	10	“Verilen örüntüdeki sayıların artarak sonsuza kadar devam ettiğini gösterir.” (Ö24)
Yetersiz veya belirsiz açıklama	9	90	“Devamı var demek” (Ö21, Ö22, Ö25, Ö26, Ö27, Ö28, Ö29, Ö30) “Sonsuz demek” (Ö23)

Tablo 4: 8. sınıf öğrencilerinin üç nokta temasına ilişkin açıklamaları

Kategori	f	%	Öğrenci cevapları
Tam ve ikna edici açıklama	1	10	“Sayıların artarak sonsuza kadar devam ettiğini gösterir.” (Ö36)
Yetersiz veya belirsiz açıklama	8	80	“Devamı var demek” (Ö31, Ö32, Ö33, Ö34, Ö35, Ö38, Ö39) “Sonsuza kadar devamı var demek” (Ö37)
Yanlış açıklama	1	10	“Örüntü “ (Ö40)

Beşinci sınıf öğrencilerin üç nokta temasına vermiş oldukları cevaplar incelendiğinde öğrencilerin tam ve ikna edici açıklamalar ile yanlış açıklamalar kategorilerinde açıklamalar yapamadıkları görülmüştür. Öğrencilerin açıklamaları yetersiz veya belirsiz açıklama

kategorisinde olmuştur. Altıncı sınıf öğrencilerin üç nokta temasına vermiş oldukları cevaplar incelendiğinde bir öğrencinin tam ve ikna edici bir açıklama yaptığı geri kalan dokuz öğrencinin ise yetersiz ve belirsiz açıklamalarda bulunduğu ortaya çıkmıştır. Yedinci sınıf öğrencilerinin üç nokta temasına vermiş oldukları cevaplar incelendiğinde yine altıncı sınıflarda olduğu gibi bir öğrencinin tam ve ikna edici bir açıklama yaptığı diğer kalan dokuz öğrencinin ise yetersiz veya belirsiz açıklama yaptığı ortaya çıkmıştır. Sekizinci sınıf öğrencilerinin üç nokta temasına vermiş oldukları cevaplar incelendiğinde; bir öğrencinin tam ve ikna edici bir cevap verdiği, bir öğrencinin de yanlış cevap verdiği anlaşılmıştır. Geri kalan sekiz öğrencinin cevapları da yetersiz veya belirsiz açıklama kategorisinde kalmıştır.

En büyük sayı temasına ilişkin bulgular:

Öğrencilerin “2-5-8-11-14-17 -... sayı örüntüsündeki en büyük sayıyı söyleyebilir misiniz? Neden ?” sorusuna ilişkin cevapları aşağıda verilmiştir.

Tablo 5: 5. Sınıf öğrencilerinin en büyük sayı temasına ilişkin açıklamaları

Kategori	f	%	Öğrenci cevapları
Tam ve ikna edici açıklama	4	40	“Hayır, çünkü sayılar sonsuza kadar gider.” (Ö2, Ö3, Ö5) “Sayılar sonsuza gittiği için söyleyemeyiz.” (Ö6)
Yanlış açıklama	6	60	“17” (Ö4, Ö10) “20” (Ö7, Ö8, Ö9) “2” (Ö1)

Tablo 6: 6. Sınıf öğrencilerinin en büyük sayı temasına ilişkin açıklamaları

Kategori	f	%	Öğrenci cevapları
Tam ve ikna edici açıklama	3	30	“Hayır en büyük sayıyı söyleyemeyiz.Çünkü üç nokta var, sonsuza kadar gider.” (Ö17, Ö19) “Söyleyemeyiz sonsuza kadar gider.” (Ö18)
Yetersiz veya belirsiz açıklama	1	10	“Söyleyemem çünkü nereye kadar devam ettiği belli değil.” (Ö11)
Yanlış açıklama	5	50	“17” (Ö14, Ö15, Ö16) “Sonsuz” (Ö20) “2” (Ö13)
Yanıt yok	1	10	(Ö12)

Tablo 7: 7. Sınıf öğrencilerinin en büyük sayı temasına ilişkin açıklamaları

Kategori	f	%	Öğrenci cevapları
Tam ve ikna edici açıklama	6	60	“ En büyük sayı yoktur. Üç nokta konmuş, bu demektir ki sayılar hala devam ediyor.” (Ö22, Ö25,Ö30) “Gösteremeyiz çünkü sonsuza kadar gider.” (Ö23, Ö24)
Yanlış açıklama	4	40	“17” (Ö29) “Sonsuz sayı” (Ö27) “2, çünkü sayılar sıfıra yaklaştıkça büyür.” (Ö26) “20” (Ö21)

Tablo 8: 8. Sınıf öğrencilerinin en büyük sayı temasına ilişkin açıklamaları

Kategori	f	%	Öğrenci cevapları
Tam ve ikna edici açıklama	6	60	“Sayılar devam ettiği için en büyük sayı yoktur.” (Ö32, Ö39) “Örüntü sonsuza kadar devam eder gösteremem.” (Ö33 , Ö35, Ö36, Ö40)
Yanlış açıklama	4	40	“17” (Ö37) “Sonsuz” (Ö34, Ö38) “20” (Ö31)

Beşinci sınıf öğrencilerinin en büyük sayı temasına ilişkin görüşleri incelendiğinde; öğrencilerin %40'ı soruya tam ve ikna edici açıklamalarda bulunmuş, %60'ı ise yanlış açıklamalarda bulunmuştur. Altıncı sınıf öğrencilerinin en büyük sayı temasına ilişkin görüşleri incelendiğinde öğrencilerin %30'u tam ve ikna edici açıklamalarda bulunmuş, %10'u yetersiz ve belirsiz açıklama kategorisinde, %50'si yanlış açıklamalarda bulunurken bir öğrenci soruya yanıt verememiştir. Yedinci sınıf öğrencilerinin en büyük sayı temasına ilişkin görüşleri incelendiğinde %60'ı tam ve ikna edici açıklamalarda bulunmuştur. Yedinci sınıf öğrencilerinin %40'ı yanlış açıklamalarda bulunmuştur. Sekizinci sınıf öğrencilerinin en büyük sayı temasına ilişkin görüşleri incelendiğinde %60'ı tam ve ikna edici açıklamalarda bulunurken %40'ı ise yanlış açıklamalarda bulunmuştur. Yapılan yanlış açıklamalar incelendiğinde “17” cevabını veren öğrencilerin verilen örüntüdeki sayılardan en büyüğü olduğu için vermişlerdir. Örüntünün devam ettiğini düşünememişlerdir. Öğrencilerin verdiği yanlış cevaplardan biri olan “20” ise 17'den sonra gelen sayının olabilecek en büyük sayı olduğunu düşünmelerinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca öğrenciler sonsuz diye bir sayı olduğunu düşünmekte ve bu sayının örüntüdeki en büyük sayı olduğu yanlışını yaşamaktadır.

Sonsuzluk azalır mı temasına ilişkin bulgular:

Öğrencilerin “İçinde sonsuz tane kalemin olduğu bir kalem kutum olsa ve ben sınıftaki bütün arkadaşlarıma bir kalem versem kalem kutumdaki kalem sayısı azalır mı ? Ne kadar azalır?” sorusuna ilişkin cevapları aşağıda verilmiştir.

Tablo 9: 5. sınıf öğrencilerinin sonsuzluk azalır mı temasına ilişkin açıklamaları

Kategori	f	%	Öğrenci cevapları
Tam ve ikna edici açıklama	2	20	“Azalmaz. Sonsuz kalemi olduğu için yine sonsuz kalemi kalır.” (Ö6, Ö7)
Yetersiz veya belirsiz açıklama	4	40	“Azalmaz.” (Ö1, Ö2, Ö9) “Çok olduğu için azalmaz.” (Ö8)
Yanlış açıklama	4	40	“Azalır. Ne kadar azaldığı bilinemez.” (Ö4) “Dağıtılan kalem kadar azalır. Kalan kalem sayısı bilinmez.” (Ö3) “Sınıfta kaç kişi varsa o kadar azalır.” (Ö5) “Azalır.” (Ö10)

Tablo 10: 6. sınıf öğrencilerinin sonsuzluk azalır mı temasına ilişkin açıklamaları

Kategori	f	%	Öğrenci cevapları
Tam ve ikna edici açıklama	5	50	“Azalmaz. Sonsuz kalemi olduğu için yine sonsuz kalemi kalır.” (Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö18)
Yetersiz veya belirsiz açıklama	1	10	“Azalmaz. Çünkü sonsuz sayı belli değildir.” (Ö17)
Yanlış açıklama	3	30	“Azalır. Ne kadar azaldığı bilinemez.” (Ö19) “Azalır. Yine sonsuz tane kalır.” (Ö20) “Azalır. Sonsuz sayının kaç olduğunu bilemediğimiz için bir cevap veremeyiz ama sonsuz tane kalem dediği için çok olduğunu anlarız.” (Ö15)
Yanıt yok	1	10	(Ö16)

Tablo 11: 7. sınıf öğrencilerinin sonsuzluk azalır mı temasına ilişkin açıklamaları

Kategori	f	%	Öğrenci cevapları
Tam ve ikna edici açıklama	6	60	“Azalmaz. Sonsuz bir şey tükenmez.” (Ö22) “Azalmaz. Sonsuz kalem varsa azalmaz.” (Ö24, Ö30) “Azalmaz kalemlikte sonsuz kalem kalır.” (Ö26) “Hala sonsuzdur çünkü sonsuzluk eksilmeyecek kadar fazladır.” (Ö29) “Azalmaz. Azalsa da sonsuz kalem olduğu için bunu biz fark edemeyiz. Yine sonsuz kalem kalır.” (Ö28)
Yetersiz veya belirsiz açıklama	1	10	“Azalmaz.” (Ö23)
Yanlış açıklama	3	30	“Sınıf sayısı kadar azalır.” (Ö21) “Sonsuzdan az kalır.” (Ö27) “Azalır ama sayılamaz.” (Ö25)

Tablo 12: 8. sınıf öğrencilerinin sonsuzluk azalır mı temasına ilişkin açıklamaları

Kategori	f	%	Öğrenci cevapları
Tam ve ikna edici açıklama	6	60	“Azalmaz. Sonsuz kalemi olduğu için yine sonsuz kalemi kalır.” (Ö31, Ö35, Ö36, Ö37, Ö39) “Sonsuz olduğu için azalmaz.” (Ö33)
Yetersiz veya belirsiz açıklama	2	20	“Azalmaz.” (Ö32, Ö34)
Yanlış açıklama	2	20	“Sonsuz-27 azalır.” (Ö38) “Sonsuz sayı olmadığı için bilinemez.” (Ö40)

Beşinci sınıf öğrencilerinin sonsuzluk azalır mı temasına ilişkin görüşleri incelendiğinde iki öğrenci tam ve ikna edici açıklamalarda bulunurken, beş öğrenci yanlış açıklamalarda buldukları tespit edilmiştir. Geri kalan beşinci sınıf öğrencileri yetersiz ve belirsiz açıklama kategorisinde açıklamalar yapmışlardır. Beşinci sınıf öğrencilerinin %50’si yanlış açıklama yapmışlardır. Altıncı sınıf öğrencilerinin sonsuzluk azalır mı temasına ilişkin görüşleri incelendiğinde beş öğrenci tam ve ikna edici açıklamada bulunduğu üç öğrencinin ise yanlış açıklamada bulunduğu görülmektedir. Altıncı sınıf öğrencilerinin %50’si bu soruya tam ve ikna edici açıklamalarda bulunmuştur. Yedinci sınıf öğrencilerinin sonsuzluk azalır mı temasına

ilişkin görüşleri incelendiğinde altı öğrencinin tam ve ikna edici bir açıklamada bulunduğu görülmüştür. Üç öğrenci ise yanlış açıklamalarda bulunmuşlardır. Yedinci sınıf öğrencilerinin %60'ı tam ve ikna edici açıklamada bulunmuşlardır. Sekizinci sınıf öğrencilerinin sonsuzluk azalır mı temasına ilişkin görüşleri incelendiğinde altı öğrenci tam ve ikna edici açıklamalarda bulunmuştur. İki öğrenci yetersiz ve belirsiz açıklamalar yaparken diğer iki öğrenci ise yanlış açıklamalarda bulunmuştur.

Sonsuzluk artar mı temasına ilişkin bulgular:

Öğrencilerin “Shakespeare’in “Beğendiğiniz Gibi” isimli oyununda Rosalind, Orlando’ya "Beni ne kadar seveceksin?" diye sorduğunda Orlando’nun verdiği cevap: "Sonsuzluk ve bir gün kadardır. Sizce Orlando Rosalind’ı sonsuzdan da mı çok seviyor? Lütfen bu konudaki düşüncelerinizi yazınız.” sorusuna ilişkin cevapları aşağıda verilmiştir.

Tablo 13: 5. Sınıf öğrencilerinin sonsuzluk artar mı temasına ilişkin açıklamaları

Kategori	f	%	Öğrenci cevapları
Yetersiz veya belirsiz açıklama	3	30	“Hayır “ (Ö1, Ö2) “Hayır. Sonsuz demek sonu yok demek anlamına geldiği için.” (Ö3)
Yanlış açıklama	6	60	“Evet, sonsuzdan çok seviyor.” (Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9)
Yanıt yok	1	10	(Ö10)

Tablo 14: 6. Sınıf öğrencilerinin sonsuzluk artar mı temasına ilişkin açıklamaları

Kategori	f	%	Öğrenci cevapları
Yetersiz veya belirsiz açıklama	1	10	“Hayır, sonsuzdan çok sevmiyor.” (Ö12)
Yanlış açıklama	9	90	“Evet, sonsuzdan çok seviyor.” (Ö11, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20)

Tablo 15: 7. Sınıf öğrencilerinin sonsuzluk artar mı temasına ilişkin açıklamaları

Kategori	f	%	Öğrenci cevapları
Yetersiz veya belirsiz açıklama	1	10	“Sonsuzluk zaten bir gün kadar değildir. Onun için sonsuzdan daha çok sevemez.” (Ö30)

Yanlış açıklama	7	70	“Evet, sonsuzluğun sonu yoktur.” (Ö21,Ö22) “Sonu gelmeyeceği anlamında “ (Ö23, Ö28) “Evet “ (Ö26, Ö27) “Evet sonsuzdan büyüktür.” (Ö29)
Yanıt yok	2	20	(Ö24, Ö25)

Tablo 16: 8. Sınıf öğrencilerinin sonsuzluk artar mı temasına ilişkin açıklamaları

Kategori	f	%	Öğrenci cevapları
Yetersiz veya belirsiz açıklama	4	40	“Hayır, sonsuzdan ötesi yok.” (Ö31, Ö32, Ö34) “Sonsuzdan çok sevemez çünkü sonsuzdan fazlası yoktur.” (Ö33)
Yanlış açıklama	3	30	"Evet “ (Ö37) “Sonsuzluğun bir gün biteceğini ve seni sonsuzdan biteceği bir gün kadar seviyorum diyor.” (Ö35, Ö36)
Yanıt yok	3	30	(Ö38, Ö39, Ö40)

Beşinci sınıf öğrencilerinin sonsuzluk artar mı temasına ilişkin görüşleri incelendiğinde öğrencilerin tam ve ikna edici açıklamalarda bulunamadıkları görülmektedir. Beşinci sınıf öğrencilerinin %30’u soruyu belirsiz ve yetersiz açıklamalarda buldukları Tablo 13’den görülmektedir. Öğrencilerin %60’ı soruyu yanlış cevaplar verirken bir öğrenci de soruya yanıt verememiştir. Altıncı sınıf öğrencilerinin sonsuzluk artar mı temasına ilişkin görüşleri incelendiğinde öğrenciler yine beşinci sınıflarda olduğu gibi tam ve ikna edici açıklamalarda bulunamadıkları görülmektedir. Altıncı sınıflarda bir öğrenci yetersiz veya belirsiz kategorisinde açıklamada bulunabilmiştir. Diğer kalan 9 öğrenci yanlış cevaplar kategorisinde yer almaktadırlar. Yedinci sınıf öğrencilerinin sonsuzluk artar mı temasına ilişkin görüşleri incelendiğinde öğrenciler tam ve ikna edici açıklamalarda bulunamamışlardır. Bir öğrenci yetersiz ve belirsiz açıklama kategorisinde yer alırken yedi öğrenci yanlış cevap kategorisinde yer almaktadır. Sekizinci sınıf öğrencilerinin sonsuzluk artar mı temasına ilişkin görüşleri incelendiğinde diğer üç sınıf seviyesinde olduğu gibi sekizinci sınıf öğrencilerinden de tam ve ikna edici açıklamalarda bulunabilen öğrenci olmamıştır. Dört öğrenci yetersiz veya belirsiz açıklamalarda bulunmuş üç öğrenci ise yanlış cevaplar vermiştir.

Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada, bazı öğrenciler üç noktanın sonsuza kadar devam ettiğini belirtmişlerdir. Bu sonuç Aztekin'in (2008), 7. sınıflarla yapmış olduğu çalışmasında öğrencilerin üç noktanın sonsuza kadar devam ettiğini fark ettiklerini belirttiği sonucu ile aynıdır. Öğrencilerin üç nokta ile ilgili görüşleri genellikle “yetersiz veya belirsiz açıklama” kategorisinde yer alan “devamı var”, “geri kalan sayılar” ve “ daha bitmedi” gibi cevaplardan oluşmaktadır. Üç nokta temasına yönelik sorulan ilk soruya bir öğrenci yanlış cevap vermiştir. Bu öğrencinin en büyük sayı temasındaki soruya vermiş olduğu cevaba bakarak üç nokta kategorisindeki soruyu yanlış anlamış olma olasılığı yüksek görünmektedir. Üç nokta temasına yönelik sorulan sorudan ve almış olduğumuz cevaplardan öğrencilerin tesadüfi ve sezgisel olarak bu kavramın farkında olduğu sonucunu çıkartabiliriz. Her sınıf seviyesinde öğrencilerden bazılarının ilk iki soruya vermiş olduğu cevaplar çelişkili bulunmuştur. Bu öğrenciler üç noktanın sayıların devamını ifade ettiğini yorumlayabilmelerine rağmen en büyük sayı temasında yanlış cevap vermişlerdir. Bu durum öğrencilerin üç nokta kavramına yönelik oluşturdukları farkındalığın yeterli olmadığını göstermektedir. Bazıları üç noktayı dikkate almayıp örüntünün devam ettiğini fark etmedikleri için örüntüdeki en büyük sayı olan “17” nin en büyük sayı olduğu yanılığına düşmüşlerdir. Öğrencilerin düştükleri bir diğeri yanılığın üç noktayı 17'den sonra gelen sayı olarak algılamaları olmuştur. Halbuki bir önceki soruda üç noktanın devam ettiğini ifade edebilmişlerdi. Bu sonuçtan öğrencilerin üç noktanın nereye kadar devam ettiği konusunda bir karmaşa yaşadığı çıkartılabilir.

Öğrenciler üç noktanın sonsuza kadar devam ettiğini ifade edebiliyor olmalarına rağmen sonsuzu bir sayı gibi düşünüp en büyük sayının sonsuz olduğu yanılığını yaşamaktadır. Öğrencilerin ikinci soruda “sonsuz” cevabını vermeleri sonsuzluğu bir sayı olarak düşündüklerini ortaya çıkarmaktadır. Bozkuş, Toluk ve Çetin (2015), özellikle 5. sınıf öğrencilerinin sonsuzluğu en büyük sayı olarak tanımladığını gözlemlemişlerdir. Bozkuş (2014), öğrencilerin %22'sinin ise en büyük sayının sonsuz olduğunu düşündüklerini bulmuştur. İşleyen'in (2013) yaptığı çalışmada da ortaöğretim öğrencilerinin sonsuzu bir sayı olarak düşündükleri görülmüştür. Bu kavramla ilgili en önemli sorun da bu kavramın bir sayıya eş tutulmasıdır (Monaghan, 1986). Sierpiska (1987), sonsuzluk kavramının genellikle öğrencilere en büyük sayı olarak öğretildiğini söylemiştir (aktaran Bozkuş, 2014). Aynı zamanda Bozkuş (2014), bazı öğrencilerin en büyük sayının olmadığına inandıklarını ortaya çıkarmıştır. Ayrıca en büyük sayı için sonsuz denilemeyeceğini düşündüklerini belirtmiştir. Bu çalışmada da bazı öğrenciler bu şekilde düşünmektedir. Singer ve Voica (2003), yapmış olduğu çalışmasında 11 yaşındaki öğrencilerin en büyük doğal sayının olmadığını söyleyebildikleri görülmüştür.

Sonsuzluk azalır mı temasına ait sorulan soruda çalışmaya katılan 11 öğrenci sonsuzluğun azalabileceğini düşünmektedir. Öğrencilerin bu düşüncesinin altında yatan neden sonsuzluğu bir sayı olarak algılamaları olabilir. Öğrenciler sonsuzluğu bir sayı gibi algıladıkları için sonsuz denilen sayıdan bir şeyin çıkabileceğini ya da eksilebileceğini düşünmektedirler. Bu düşünceden dolayı sonsuzluğun azalabileceğine yönelik tahminleri vardır. Öğrencilerin vermiş oldukları “sınıf sayısı kadar azalır”, “dağıtılan kalem kadar azalır” cevapları bu bulguyu ortaya çıkarmıştır. Aynı zamanda sonsuzluğun azalacağını düşünen öğrencilerden bazıları kalan kalem sayısının bilinmeyeceğini belirtmiştir. Buradan öğrencilerin sonsuzluk kavramını “sayılamayacak kadar çok” düşüncesi ile özdeşleştirdiklerini söyleyebiliriz. İşleyen (2013) ortaöğretim öğrencilerine yönelik yaptığı çalışmada öğrencilerin sonsuzluğu sayılamayan olarak düşündüklerini belirtmiştir. Öğrenciler sonsuzluğu “sonu olmayan”, “devam eden”, “bitmeyen”, “tükenmeyen” ve “sınırsız” olarak tanımlamaktadır (Bozkuş, 2014; Singer ve Voica, 2003; Maria, Thanasi ve Katerina, 2009; Narlı ve Narlı, 2013; İşleyen, 2013). Çelik ve Akşan (2013) tarafından öğretmen adaylarıyla yapılan çalışmada öğretmen adaylarının ve İşleyen (2013) tarafından ortaöğretim öğrencilerine yönelik yapılan çalışmada öğrencilerin sonsuzluk kavramı ile ilgili açıklamalarında günlük yaşam deneyimlerinden etkilendikleri sonucu bulunmuştur. Ayrıca öğretmen adaylarının sonsuzluk kavramına ilişkin açıklamaları genel olarak, sonu olmayan, çok büyük, sınırsız, bilinmeyen sayı kavramları olmuştur (Çelik ve Akşan, 2013). Aztekin (2008) öğrencilerin sonsuzluk ile ilgili temel anlayışının sonsuzluğun bitmeyen bir şey olduğu yönünde olduğunu söylemiştir.

Sonsuzluk artar mı temasına yönelik sorulan soruda çalışmaya katılan 25 öğrenci sonsuzluğun artacağını, sonsuzluktan daha büyük bir kavramın olacağını düşünmektedir. Öğrenciler burada yine sonsuzluğu bir sayı gibi düşünmektedir. Bu yüzden sonsuza bir eklenebileceğini ve sonsuzdan daha büyük bir büyüklüğün olacağını söylemektedir. İşleyen (2013) ortaöğretim öğrencileriyle yapmış olduğu çalışmada öğrencilerin bazıları sonsuza bir eklenirse sonsuzu geçebileceğini söylemiştir. Aynı çalışmada bazı öğrencilerin sonsuza bir eklenirse yine sonsuz olur düşüncesine sahip oldukları görülmüştür. İşleyen (2013) öğrencilerin “sonsuz bir eklenirse sonsuz olur” cevabının sezgisel olmayıp almış oldukları eğitimin etkisinin sonucu olduğunu söylemiştir. Öğrencilerin bu tema altında vermiş oldukları cevaplardan sonsuzluk için “sonu olmayan” gibi bir düşünceye sahip oldukları görülmektedir. Kanbolat (2010), çalışmasının sonucunda bazı katılımcıların sonsuzluğu sınırsız, sayılamayacak kadar çok olarak tanımlarken bazılarının ise sonsuzluğun bir sonu olduğunu düşündüklerini belirtmiştir.

Sonsuzluk azalır mı ve sonsuzluk artar mı temalarına ait sorulara verilen cevaplar karşılaştırıldığında öğrencilerin sonsuzluk kavramına ilişkin çelişkili cevaplar verdikleri görülmektedir. Monaghan (1986), 16-18 yaş öğrencilerinin sonsuzluk ve limit ile ilgili kavram algılarını araştırmış ve öğrencilerin sonsuzluk ile ilgili algılarının tutarsız ve değişken olduğunu ifade etmiştir.

Singer ve Voica (2007), sonsuzluk sezgisinin öğrencilerde eğitim-öğretime başlamadan önce olduğunu ifade etmiştir. Bu çalışmaya katılan öğrenciler belli bir öğretim programına dayalı eğitim-öğretim almıştır. Öğretim programında bu kavramlara yönelik bir kazanım bulunmamasına rağmen öğrencileri sezgisel veya tesadüfi olarak etkileyebilecek bu kavramların sıkça kullanıldığı kazanımlar bulunmaktadır. Ancak çalışmaya genel olarak bakıldığında bu kavramlara yönelik öğrencilerin yaş seviyeleri arasında fark görülmemektedir. Öğretim programındaki bu kavramlara yönelik kazanımlar farklı yaş seviyelerindeki bu öğrencilerin sezgileri üzerinde ayırt edici bir fark oluşturmamıştır. Singer ve Voica (2003) çalışmasında öğrencilerin sonsuzluk sezgilerinin yaşa bağlı olmadığını söylemiştir. Aztekin'e (2008) göre sonsuzluk kavramı açısından öğrencilerin yaş seviyeleri arasında çok büyük bir fark yoktur. Aztekin'e (2008) göre bu durumun nedeni bu konuda kavram imajı geliştirecek çok fazla matematik öğretimi yapılmamasıdır. Sonsuzluk azalır mı temasına yönelik bulgular incelendiğinde öğrencilerin sınıf seviyeleri arasında fark olduğu ve sınıf seviyesi arttıkça "tam ve ikna edici açıklama" kategorisinde cevap veren öğrenci sayısının arttığı görülmektedir. Güven ve Karataş (2004), sonsuz küme kavramının öğrencilerin yaş seviyeleri arttıkça gelişme gösterdiğini ama bu gelişmenin çok alt düzeyde olduğunu belirtmiştir. Güven ve Karataş (2004) lise-3 ve ilköğretim matematik öğretmenliği öğrencileri ile gerçekleştirdiği çalışmada öğrencilerde sonsuzluk kavramının gelişmediğini, öğrencilerin bilgilerinin sezgisel olduğunu ve matematiksel gerçekliğe dayanmadığını belirtmiştir.

Ortaokul matematik dersi öğretim programına bakılacak olursa öğrenciler 5. sınıftan 8. sınıfa kadar bu kavramlar ile karşılaşmaktadır. Buna rağmen öğrencilerin bu kavramlara farkındalıklarının yetersiz olması sonsuzluk ve üç nokta kavramı ile ilgili ortaokul öğrencilerine yönelik daha çok çalışmalar yapılması gerektiğini düşündürmektedir. Narlı ve Narlı (2013) formel eğitimin eksikliğini belirtmiştir. Bu kavramların Güven ve Karataş'ın (2004) da belirttiği üzere bütün sınıf seviyelerinde öğrencilerin öğretim programına adapte edilmesi gerekir.

Kaynakça

- Aztekin, S. (2008). Farklı Yaş Gruplarındaki Öğrencilerde Yapılanmış Sonsuzluk Kavramlarının Araştırılması. Yayınlanmış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bölümleri Enstitüsü, Ankara.
- Bozkuş, F. (2014). Ortaokul Öğrencilerinin Sonsuzluk Kavrayışları. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- Bozkuş, F., Toluk-Uçar, Z. ve Çetin, İ. (2015). Ortaokul öğrencilerinin sonsuzluğu kavrayışları. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 6(3), 506-531.
- Çelik, D., ve Akşan, E. (2013). Matematik Öğretmeni Adaylarının Sonsuzluk, Belirsizlik ve Tanımsızlık Kavramlarına İlişkin Anlamaları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 7(1).
- Çepni, S. (2007). Araştırma ve proje çalışmalarına giriş. *Trabzon: Celepler Publications*.
- Dubinsky, E., Weller, K., McDonald, M. A., ve Brown, A. (2005). Some historical issues and paradoxes regarding the concept of infinity: An Apos-Based analysis: Part 1. *Educational Studies in Mathematics*, 58(3), 335-359.
- Ervynck, G. (1994). Students' Conceptions of Infinity in the Calculus. Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies (PRIMUS), 4 (1), 84-96.
- Fischbein, E. (2001). Tacit Models and Infinity. *Educational Studies in Mathematics*, 48(2), 309-329.
- Güven, B. ve Karataş, İ. (2004). Sonsuz kümelerin karşılaştırılması: öğrencilerin kullandığı yöntemler. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15, 65 -73.
- İşleyen, T. (2013). Ortaöğretim öğrencilerinin sonsuzluk algıları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 21(3), 1235-1252.
- Jirotkova, D. ve Littler, G. 2004. *Insight into pupils' understanding of infinity in a geometrical context*. Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Vol 3 pp 97– 104.

Kanbolat, O. (2010). Bazı Matematiksel Kavramlarla İlgili Epistemolojik Engeller. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Kolar, V. M., ve Cadez, T. H. (2012). Analysis of factors influencing the understanding of the concept of infinity. *Educational Studies in Mathematics*, 80(3), 389-412. Retrieved from <http://www.springer.com/gp/>

Köksal, M. S. (2006). Kavram öğretimi ve çoklu zekâ teorisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 14(2), 473-480.

Maria, K., Thanasia, M., Katerina, K., Constantinos, C. ve George, P. (2009). *Teachers' perceptions about infinity: a process or an object?*. Proceedings of CERME 6 sunulan bildiri (28 January- 1 February, Lyon, France, ss.1771-1780).

Mamolo, A. ve Zazkis, R. (2008). Paradoxes as a Window to Infinity. *Research in Mathematics Education*, 10(2), 167-182.

Miles, M. B., ve Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. California, CA: Sage.

Milli Eğitim Bakanlığı. (2013). Ortaokul matematik dersi 5-8. sınıflar öğretim programı. Ankara.

Monaghan, J.D. (1986). Adolescents' Understanding of Limits and Infinity. Yayınlanmamış Doktora Tezi, University of Warwick.

Narlı, S. ve Narlı, P. (2013). Sonsuz sayı kümeleri ışığında ilköğretim öğrencilerinin sonsuzluk algı ve yanlışlarının belirlenmesi. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33, 122-133.

Özmantar, F. (2008). Sonsuzluk Kavramı: Tarihsel Gelişimi, Öğrenci Zorlukları ve Çözüm Önerileri. Eds. M.F.Özmantar, E. Bingölbali ve H.Akkoç. *Matematiksel Kavram Yanılgıları ve Çözüm Önerileri* (s.151-180). Pegem Akademi, Ankara.

Sierpińska, A. (1987). Humanities students and epistemological obstacles related to limits. *Educational Studies in Mathematics*, 18(4), 371-397.

Singer, M. ve Voica, C. (2003). Perception of Infinity: Does it Really Help in Problem Solving?. The Mathematics Education into the 21st Century Project Proceedings of the International Conference.

Singer, M., & Voica, C. (2007). Children's Perceptions on Infinity: Could They Be Structured?. *Working Group 3. Building structures in mathematical knowledge* 399, 506.

Singer, F. M., ve Voica, C. (2008). Between perception and intuition: Learning about infinity. *The Journal of Mathematical Behavior*, 27(3), 188-205.

Şimşek, H., ve Yıldırım, A. (2011). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. *Ankara: Seçkin Yayıncılık*.

Tall, D. O. (2001). Natural and Formal Infinities. *Educational Studies in Mathematics*, 48, 199–238.

Tall, T. ve Tirosh, D. (2001). Infinity -The Never-Ending Struggle. *Educational Studies in Mathematics*, 48 (2-3),129-136.

EK-1

Görüşme Formu Soruları

“1,2,3,4 ,...” koyduğumuz bu üç nokta ne demektir?

“2-5-8-11-14-17 -...” sayı örüntüsündeki en büyük sayıyı söyleyebilir misiniz? Neden ?

İçinde sonsuz tane kalemin olduğu bir kalem kutum olsa ve ben sınıftaki bütün arkadaşlarıma bir kalem versem kalem kutumdaki kalem sayısı azalır mı ? Ne kadar azalır?

Shakespeare'in “Beğendiğiniz Gibi” isimli oyununda Rosalind, Orlando'ya "Beni ne kadar seveceksin?" diye sorduğunda Orlando'nun verdiği cevap: "Sonsuzluk ve bir gün kadardır. Sizce Orlando Rosalind'ı sonsuzdan da mı çok seviyor? Lütfen bu konudaki düşüncelerinizi yazınız.