Aralık 2024

MATEMATİK EĞİTİMİNDE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

EDİTÖRLER

HASAN ÜNAL

ŞEVVAL GÖKCEN

SERÜVEN YAYINEVİ

Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • C. Cansın Selin Temana

Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Serüven Yayınevi

Birinci Basım / First Edition • © Aralık 2024

ISBN • 978-625-5955-07-4

Serüven Yayınevi / Serüven Publishing
Türkiye Adres / Turkey Address: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak
Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA
Telefon / Phone: 05437675765
web: www.seruvenyayinevi.com
e-mail: seruvenyayinevi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume
Sertifika / Certificate No: 47083

MATEMATİK EĞİTİMİNDE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

Hasan Ünal

Şevval Gökcen

SERÜVEN
YAYINEVİ

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1

TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ MATEMATİK ÖĞRETİM PROGRAMINDA YER ALAN 5. SINIF SAYILAR VE NİCELİKLER (2) TEMASININ İNCELEMESİ[1,2]

Çağla Çağlayan

Hasan Ünal

1 Çağla Çağlayan, Öğretmen, Millî Eğitim Bakanlığı, ORCID ID: 0009-0000-1676-9365
2 Hasan Ünal, Prof. Dr., ORCID ID: 0000-0002-4661-111X

ÖZET

Öğretim programları eğitim felsefesinin değişimi, öğrenci ihtiyaçları, çağın gereksinimleri gibi nedenlerden dolayı zaman zaman yenilenmekte, yeni bir program oluşturulabilmektedir. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli de yeni bir program olarak bütüncül eğitimi temel alan, bilgi ve becerilerin özgün bir şekilde sentezlenebildiği, öğretimde süreç becerilerinin temel alındığı, çok boyutlu öğrenmenin vurgulandığı öğrencilerini ahlaklı, erdemli, 21.yüzyıl becerilerini geliştirebilen öğrenciler olarak yetiştirmeyi planlayan bir öğretim programı olarak 2024 yılı öğretim yılında uygulanmaya başlanmıştır. Çalışmamızın amacı 2024 yılında uygulamaya giren Maarif Modeli Matematik Öğretim Programı 5.Sınıf Matematik Ders kitabında yer alan "Sayılar ve Nicelikler (2)" temasının ders kitabı içeriğini incelemektir. Çalışmamız kapsamında "Sayılar ve Nicelikler (2)" temasının kapsadığı kesirler ve kesirlerde karşılaştırma konusunun temeli, alan yazındaki kesir çalışmaları, 2024 5. Sınıf Matematik ders kitabındaki etkinlikler incelenmiş ve tartışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Maarif modeli, sayılar ve nicelikler, kesirler, öğretim programı

GİRİŞ

Kesirler konusu öğrencilerin öğrenim yıllarında sürekli karşılaştığı ve aynı zamanda en çok zorlandıkları konular arasında en başta yer almaktadır. Anaokulu düzeyinden itibaren çeyrek ve yarım kavramlarıyla temeli atılan kesirler konusu 2018 yılında yayınlanan Matematik Dersi Öğretim Programına göre ilkokul kısmında 1. Sınıflarda bütün, yarım kavramlarının farkına varma, 2. Sınıflarda bütün, yarım, çeyrek arasındaki ilişkiyi tanıma, 3. Sınıfta parça – bütün ilişkisi temel alınarak birim kesri tanıma ve kesirler konusunun temel tanımlarını öğrenme 4. Sınıfta ise kesir çeşitlerini tanıma ve kullanma şeklinde kendine yer bulmaktaydı. Ortaokul düzeyinde ise 5. Sınıfta kesir çeşitlerini anlamlandırmaları, kesir çeşitlerini birbirine dönüştürmeleri, pay ve paydası eşit olan kesirleri sıralama ve işlem yapmaları, 6. Sınıfta kesirlerde sıralama, karşılaştırma ve dört işlem becerilerini geliştirme,7. Sınıfta ve 8. Sınıfta kesirlere bağlı olarak rasyonel sayılar, oran-orantı, denklem, eşitsizlik konularını kavramaları ve yapılandırmaları beklenmekteydi (Horzum, 2019). 2024 Maarif Modeli Matematik Öğretim Programına göre ise kesirlerde beklenen öğrenme çıktıları ise 2. Sınıfta bir bütünün yarım ve çeyreğini tanıma ve aralarındaki ilişkiyi çözümleyebilme, 3. Sınıfta bütün yarım ve çeyreğin gösterimi için modellerden yararlanma ve temsil etme, bir bütünün birim kesrini belirleyebilme ve ilişkisini anlama, bir kesrin pay ve paydası arasındaki ilişkiyi çözümleyebilme,4. Sınıfta kesir çeşitlerini temsil etmek için modellerden yararlanma, denk kesirleri algılama ve temsil edebilme, birim kesirler arasında büyüklük küçüklük ilişkisini kurabilme, paydaları eşit olan kesirlerin büyüklük küçüklük ilişkisinin farkına varma ve anlamlandırabilme, bir çokluğun basit kesir kadarını ya da basit kesir kadarı verilen çokluğu çözümleyebilme, paydaları eşit kesirlerle toplama ve çıkarma yapabilme bu işlemlerle günlük hayat problemlerini çözebilme halinde Maarif Modelinde kendine yer buldu (MEB, 2024). 2024 Maarif Modeline göre ortaokul seviyesinde 5. Sınıfta kesirlerin farklı şekillerde temsillerinin kullanımını anlama temsiller arasında seçim yapabilme, temsillerin kullanışlılığı açısından eleştirel düşünme ve temsil kullanımına karar verme, farklı gösterimlerle ifade edilen kesirleri karşılaştırabilme, karşılaştırmalarla ilgili genellemeler sunabilme ve temsilleri kullanabilme, 6. Sınıfta ondalık gösterimlerin basamak değerlerini kesirlerden yararlanarak yorumlayabilme, kesir ve bölme işlemi arasında tümevarımsal akıl yürütmelerle ilişki kurabilme, sonlu ve devirli ondalık gösterimleri belirleme, gerçek yaşam durumlarında yer alan kesir, ondalık gösterim ve yüzde gösterimleri içeren dört işlem problemlerini çözme becerisi geliştirme 7 ve 8. Sınıfta da kesirlerin temelini oluşturduğu rasyonel sayılar, oran orantı, denklem konularının yapılandırması yer almıştır (MEB, 2024).

Öğretim programlarına baktığımızda kesir kavramı öğrencilerin öğrendikleri ilk soyut kavramlardan biri olmakta ve bu kavram matematiğin diğer önemli yapılarının da temelini oluşturmakla birlikte sürekli genişleyen bir kavram ağıyla yapılanmaktadır. Bu sebeple kesir öğretimi ve kesirlerin öğrenciler tarafından kavramsal yapılanmasının oluşturulması matematik öğretiminde çok önemli bir rol oynamaktadır. NAEP testinin sonuçlarına baktığımızda bireylerin kesir kavramını anlamlandırma düzeylerinin düşük olduğu belirtilmektedir. Bu anlamlandırma düzeyinin düşüklüğü ilerleyen yıllarda kesir konularını temel alan diğer yapılarında anlamlandırılmasının güçleşmesine, kavram yanılgılarına düşülmesine ve öğrenmenin zorlaşmasına yol açmaktadır. Bu zorluğun yaşanmaması ve kavramların doğru yapılandırılması için kesirlere ait temel tanımlamaların doğru yapılandırılması önem teşkil etmektedir (Horzum, 2019).

Şekil 1. *2024 Maarif Modeli MAT 5.1.3 öğrenme çıktıları (MEB, 2024)*

Verilen maarif modeli öğrenme çıktılarına baktığımızda MAT.5.1.3 öğrenme çıktısında öncelikle farklı temsillerin kullanımı anlama, bu kavramın anlamlandırılmasından sona kesirlerin farklı gösterimleri arasındaki ilişkiyi anlamlandırmak için farklı modelleri kullanma ve yorumlama, benzer durumlarla karşılaşıldığında bu modelleri kullanışlılığını eleştirel düzeyde karşılaştırma ve verilen durumda uygun modeli seçme süreci yer almaktadır. Süreç içerisinde istenen beceriler ise alan becerileri olarak temsil etme kavramsal beceriler olarak çıkarım yapmanın istendiği görülmektedir. Bilişsel düzeye baktığımızda öncelikle öğrencinin bilgi düzeyi içerisinde kesirlerin farklı gösterimleri tanımlarının öğrenci tarafından kullanımının anlaşılması istenmektedir. 2018 matematik öğretim programında basit kesir, tam sayılı kesir ve bileşik kesrin tanımını bilen öğrencinin ön koşul öğrenmelere sahip olduğu kabul edilmektedir. İkinci alt başlıkta ilişkilendirme ön planda tutularak seçim yapılması istenmekte ve üçüncü alt başlıkta bu seçimin kullanılması beklenmektedir. Öğrencinin bu şekilde Bloom taksonomisinin uygulama basamağına çıkacağı düşünülmektedir. Kullanılan gösterimleri yorumlama ve kullanışlılık açısından karşılaştırma analiz etme becerisi gerektirir ve eleştirel düşünmeyi sağlamanın amaçlanmakta olduğunu görmekteyiz. Ayrıca yorumlayarak öğrenci çıkarım yapma becerisine ulaşması amaçlanmaktadır. Modellerin karşılaştırılmasına ilişkin karar verme yine eleştirel düşünceyi sağlayarak değerlendirme basamağındaki üstbilişsel düşünmeyi sağlayabilmektedir. Yukarıda verilen sürecin anlamlandırılması için öncelikle gereken kabuller belirlenmelidir. Daha sonra bu bölümde, beklenilen öğrenme çıktıları ve genel kabullerin matematik eğitiminde nasıl yer aldığını ve nasıl öğretilebileceği hakkında alanyazın ile ilgili bilgi verilecektir.

Basit kesir-Bileşik kesir-Tam sayılı kesir

- Basit kesir:payı paydasından küçük olan kesirlerdir.
- Bileşik kesir: payı paydasından büyük olan kesirlerdir.
- Tam sayılı kesir: İçerisinde hem doğal sayı hem de kesir içeren ifadelerdir (Baykul, 2009).

Ondalık Gösterim

- paydaları 10 ve 10 un kuvvetleri olan kesir kısmı tam kısmından virgül ile ayrılan kesir gösterimidir (Özçakır, 2019).

Yüzdelik Gösterim

- paydası 100 olan kesirlerin % sembolü ile gösterilmesidir (Sarpkaya Aktaş, 2019).

genişletme ve sadeleştirme

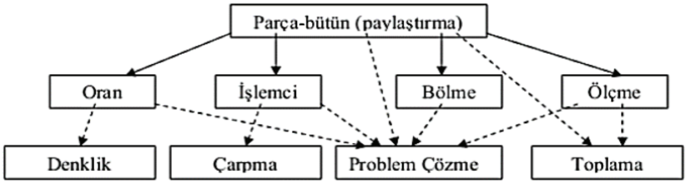
- genişletme: pay ve paydasını aynı sayıyla çarparak denk kesirler elde etmek sadeleştirme . pay ve paydasını aynı sayıya bölerek denk kesirler elde etmek (Horzum, 2019).

denk kesir

- değeri aynı olan kesirlere denk kesir denir, sadeleştirerek ya da genişletilerek denk kesirler elde edilebilir (Horzum, 2019).

Şekil 2. *2024 Maarif Modeli Matematik Öğretim Programı 5.1.3 Öğrenme Çıktısı ile İlgili Temel Genellemeler*

Kesirler matematik öğretiminde ve günlük hayatta da karşımıza en çok parça bütün ilişkilerini içeren yapılar olarak çıkmaktadır. Hatta bu anlam o kadar çok üzerinde durulmuştur ki ilkokul kitaplarının neredeyse çoğunda kesirler parça bütün ilişkisi ifadesiyle geçmekte olduğu için, kesirlerin diğer anlamına odaklanmamızı engelleyebilir (Van De Walle, Karp ve Bay-Williams, 2018). Kesirler matematikte çok farklı anlamlarda kullanılmaktadır. Kieran çalışmalarında kesirlerin farklı alt yapılar içeren anlamlardan oluştuğunu ve kesir öğretiminde anlamların birbiriyle ilişkilerinin kesir kavramının yapılandırılması için önem arz ettiğini belirtmiş ve kesirlerin dört farklı anlamını tanımlamıştır (Horzum, 2019).

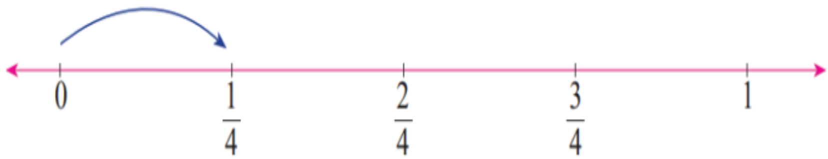


Şekil 3. *Kesirlerin farklı anlamları ve ilişkileri (Baran, 2024)*

✓ **Parça – Bütün anlamı:** kesir eşit büyüklüklere ayrılan bir niceliğin temsilidir. Bu anlamda eş değer parçaların seçimi söz konusudur. Bu anlamda "bütünün ne kadarı ifade ediliyor" sorusunun cevabı aranmalıdır. Farklı ülkelerin müfredatında bu anlama daha fazla yer verilmiştir ve öğretimin ilk bu anlamla yapılması gerekildiği ancak bu anlam yetersiz kalacağı için öğretimde diğer anlamlarında vurgulanmasının gerektiğinin altı çizilmiştir (Horzum, 2019). Parça bütün anlamı denk kesirlerin yapılandırılması ve kesirlerin karşılaştırılmasının fark edilmesinde temel oluşturmaktadır (Baran,2024). Parça bütün ilişkisinde parçaların bir araya geldiğinde bütünü oluşturduğu, bütünün eş parça sayısı arttıkça parça başına düşen alanın azaldığı, eş parça sayısı azaldıkça parça başına düşen alanın arttığı, eş parçaların sırasının ve şeklinin parça ve bütün arasında ilişkide etkisinin olmadığı fark edilebilmektedir (Baran, 2024).

✓ **Bölme anlamı:** sayının başka bir sayı tarafından bölünmesiyle ifade edilen anlamıdır. Genellikle bir çokluğun paylaştırılması durumlarında öne çıkar. Paylaşılan parçalar eşit olmak zorundadır. (zorunluluğu) parçalar olma zorunluluğu) Kişi başına düşen miktarı ifade etmektedir (Horzum, 2019).

✓ **Ölçme – Ölçü anlamı:**Lamon 'a(1999) göre tam sayıların temsil edemediği ölçüm miktarlarını temsil etmekte kullanılırlar. Miktarlar eşit birimlere birimler de eşit parçalara bölünmektedir. "Ne kadar" sorusuna odaklanır. Ölçü anlamında kesirler aynı zamanda sayı doğrusunda noktaları gösterirler (Horzum, 2019). Baran, (2024) ölçüm anlamını parçaların tekrarlı eklenmesiyle uzunluğun ölçümü anlamında almıştır.



3/4=1/4+1/4+1/4

Şekil 4. *3 tane ¼ uzunluğundaki aralık ile ¾ uzunluğuna ulaşma (Toluk-Uçar, 2020)*

✓ **Oran anlamı:** İki topluluğun, kümenin, çokluğun karşılaştırılmasını içermektedir. Parçaların bir araya geldiğinde bütünü oluşturma zorunluluğu yoktur (Horzum, 2019).

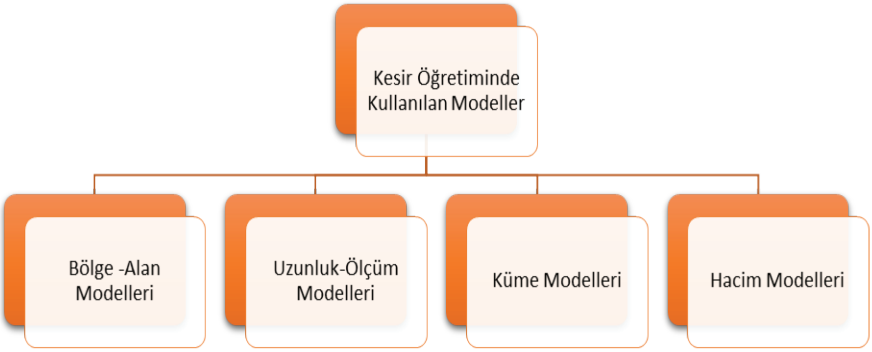
✓ **İşlemci anlamı:** Pay ve paydanın genişleyen, daraltan, çarpan, bölen, katlayan, indirgeyen anlamına geldiği anlamdır. Bu anlamla yeni bir çokluğa ulaşılır. Kesir problemlerinde bütünden çokluğa ulaşma ya da çokluktan bütüne ulaşma durumları örnek olarak verilebilir (Baran, 2024).

Kesirler anlamlandırılırken dikkat edilmesi gereken önemli durumlardan biri öğrencilerin kesir kavramını doğal sayılar kavramının üzerine inşa etme çabasıdır. Öğrenciler bilinenden bilinmeyene ilkesini doğal sayılardan kesirlere uygulama yoluna giderler. Bu durum öğrencilerde hem destekleme hem de engelleme etkisi yapar. Bunun için doğal sayılarla kesirleri ne yönden farklılık gösterdiğini öğrencilere açıklamak gerekir. Örneğin öğrenciler pay ve paydanın birlikte bir sayıyı ifade ettiğini düşünemeyebilir, doğal sayılar gibi ayrı ayrı anlamlandırabilir. Bu durumda sayı doğrusunun kullanımı kesrin tek bir sayı olarak görülmesini kolaylaştırabilir. Aynı zamanda kesirlerin okunuşunun paydadan paya doğru yapılması ifadenin tek bir sayı olarak algılanmasını da destekler. Aynı durum birim kesirleri karşılaştırırken de büyük sayının olduğu kesir büyüktür, toplama ve çıkarma işleminde de pay ve paydaları kendi aralarında doğal sayılardaki gibi işlem yapma şeklinde kendini gösterebilir. Bu durumda öğretmenlerin dikkatli olmaları ve kesrin tek bir sayıyı ifade ettiği özellikle belirtilmelidir (Van De Walle, Karp ve Bay-Williams, 2018). 2024 Maarif Modeli Matematik Öğretim Programında MAT. 5.1.3 öğrenme çıktısında kesirlerin farklı temsillerinin kullanımı, seçimi ve bu temsillerde modellerin önemi belirtilmiş, temsiller aracılığıyla ilişkilendirme, yorumlama ve çıkarımlara ulaşılmak istenmiştir. Bu çalışmanın devamında, ders kitabında öğrenme çıktılarına ulaşmak için verilen etkinlikleri incelenecektir. Ancak öncelikle kesirlerin farklı temsillerinin, kesir çeşitlerinin ve kesir öğretiminde kullanılan modellerin alan yazında nasıl yer aldığını hakkında bilgi verilecektir.

Kesir Öğretiminde Kullanılan Yöntemler ve İlgili Alanyazın

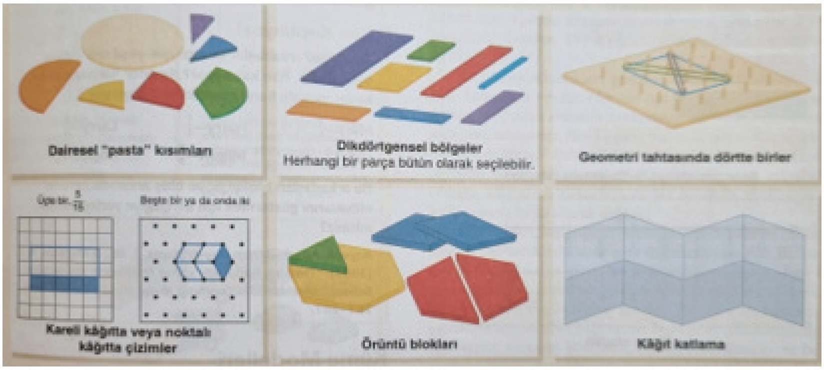
Kesir öğretimine başlanırken öğrencilerin eşit paylaşım vurgusu altında etkinlikleriyle başlaması kesirlerin eş parçalara ayrılan bütünler kavramını anlamlandırmaları sağlar. İlkokulda bütün- yarım- çeyrek farkındalığı verildikten sonraki ilk adım kesirlere ait temel ifadelerin tanıtılması ve ilişkilerinin yapılandırılması olmalıdır. Bütünler farklı sayılarda eş parçalara bölünerek kesirlerin yapı taşı olan "birim kesir" ya da "kesrin birimi" kavramının temeli atılmalıdır. Kesrin birimi ifadesiyle parça büyüklükleri, pay ve payda arasındaki ilişki ağı anlamlandırılabilir. Bu anlamlandırma sağlanırken somut modellerin kullanılması önem kazanmaktadır. Alan modelleri, uzunluk modelleri, küme modelleri öğrencilerin kesir altyapısını oluştururken soyut olan kesir kavramının somutlaşmasını sağlar ve bu yapılandırma sağlandıktan sonra modeller aracılığıyla kesirlerin farklı temsillerin birbirine dönüştürülmesi sırasında temsiller arasındaki ilişkilerin kurulmasını ve fark edilmesini sağlar (Horzum, 2019).

Kesirleri yapılandırırken ve ifade ederken özellikle somut olan görsel modellerin kullanılması ortaokulda somuttan soyut düşünmeye geçen öğrenciler için soyut ve zor bir kavram olan kesirlerin daha rahat anlamlandırılmasını sağlar. Kesir öğretimine bakıldığında kesir öğretiminde kullanılan modelleri başlıca dört başlıkta toplayabiliriz.



Şekil 5. *Kesir Öğretiminde Kullanılan Modeller (Horzum, 2019).*

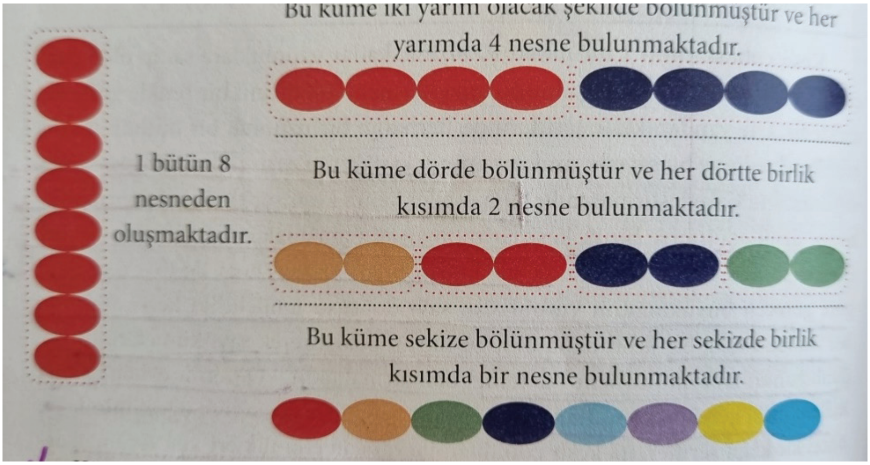
Bölge – Alan Modelleri: Modelde temel alınan kavram eş parçalara ayrılan bütün kavramıdır ve bu model paylaşım etkinliklerinde daha çok kullanılır. Parçanın bütüne göre göreceli büyüklüğüne dikkat çekilir. (Van de Walle, Karp, Bay – Williams,2018) Ayrıca araştırmalara göre bölge ve alan modellerinin diğer modellere göre kesir eğitiminde daha fazla kullanıldığı göze çarpmaktadır. Üçgensel, dairesel, dikdörtgensel bölgeler, kâğıt katlama, örüntü blokları bölge ve alan modellerinden bazılarıdır (Horzum, 2019).



Şekil 6. *Bölge – Alan modeli örnekleri (Van de Walle, Karp ve Bay–Williams, 2018)*

✓ **Uzunluk modelleri:** Bu modelde uzunluklar veya ölçümler karşılaştırılır. Kesir şeritleri, kesir çubukları, sayı doğrusu bu modelin örneklerindendir. Kesir şeritleri kullanılırken öğrencilerin kendi kesir şeritlerini oluşturması birim kesirlerin anlamlandırılmasına yardımcı olabilir. Sayı doğrusu modeli ise diğer modellere göre ifade ettiği anlamlar ve vurguladığı özellikler yönüyle daha üst düzey düşündürten bir model olarak karşımıza çıkmaktadır. Sayı doğrusu kesrin hem bir sayı olduğunu vurgular hem de diğer sayılara göre göreceli büyüklüğü daha rahat görmemizi sağlar. Ayrıca iki kesir arasında her zaman başka bir kesirin bulunduğu fikrini bize aşılar. Sayı doğrusunda birim kesirlerin tekrarlanarak başka bir kesre ulaşılması ve kesirlerin sürekliliğini de keşfedebiliriz. Ayrıca kesirleri sayı doğrusunda gösterirken referans noktaları almamız ve kesirlerin sayı olduğunu da algılamamız ve bunun sembollerle ifadesi hem matematiksel dili kullandığımızın hem de üst düzey düşündüğümüzün bir göstergesidir. Uzunluk modelleri kullanılırken önce kesir şeritleri, kesir çubukları kullanılmalı daha sonra sayı doğrusuna geçilmelidir (Horzum, 2019; Van de Walle, Karp ve Bay – Williams, 2018).

✓ **Küme modelleri:** Paylaşım – gruplama temelli kullanılan modellerdir. Bu modeller denk kesirlerin oluşturulmasında, kesirlerin karşılaştırılmasında kullanılabilir. Bu model kullanılırken öğrencilerin bölme işlemi ile ilgili ön deneyimlerinde yanılgılarının bulunmamasına dikkat edilmelidir. (Horzum, 2019).

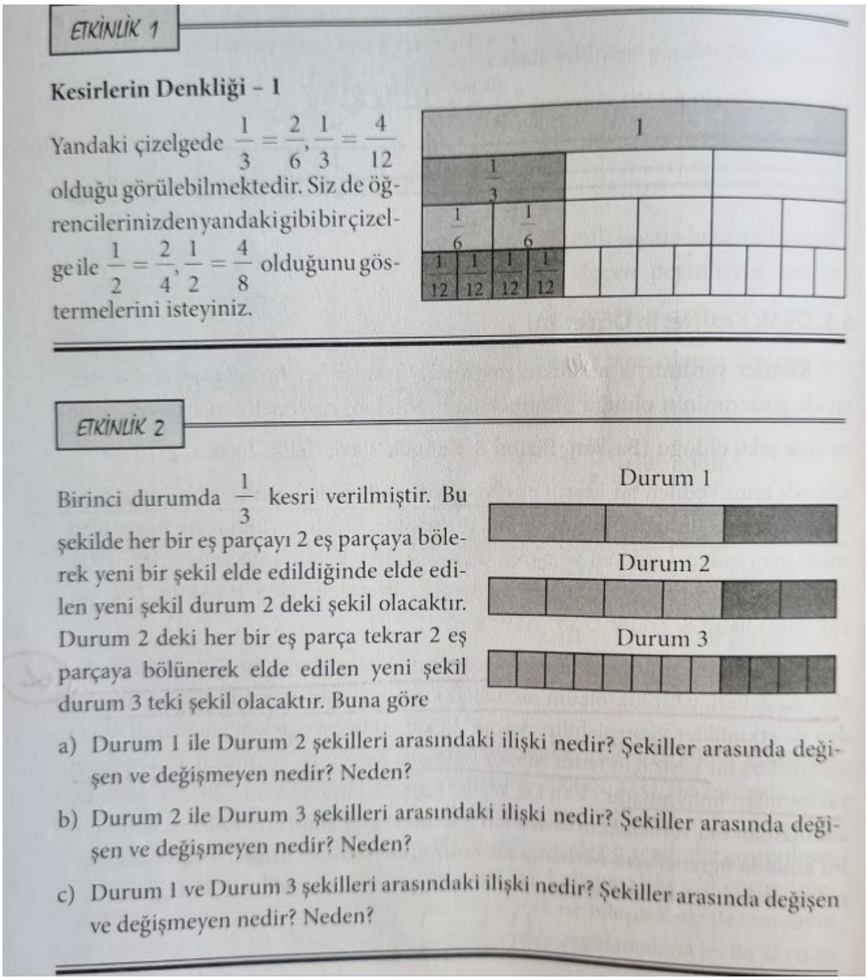


Şekil 7. *Küme modeli örneği (Horzum, 2019)*

✓ **Hacim modelleri:** Su, gaz gibi maddelerle dolu cisimlerin doluluk miktarını ifade eden problemlerde kullanılan modellerdir (Horzum, 2019).

Kesirlerin temsilinde yer alan diğer önemli başlıklar ise birim kesir, kesir çeşitleri, denk kesirler, ondalık ve yüzdelik gösterimlerdir. Bu başlıklardan en temel başlığımız birim kesir başlığı olmaktadır. Payı 1 olan kesirler olarak adlandırılan birim kesirler bütünün eş parçalarından her birini temsil etmektedir. Payda bütün ilişkisinin ilk verildiği kavram birim kesir kavramı olmaktadır ve diğer kesir çeşitleri olan bileşik kesir, tam sayılı kesir birim kesir tarafından üretilerek keşfedilmektedir. Bu nedenle öğrencilere birim kesir kavramı verilirken kesirlerin yapı taşı olduğu unutulmamalı ve göreceli büyüklüğü temsil ettiği için karşılaştırmalarda, sıralamalarda ve işlemlerde birim kesirlerin aynı büyüklükteki bütünler üzerinden öğretilmesine dikkat edilmelidir (Horzum, 2019). Payı paydasından küçük olan kesirlere basit kesir adı verilir. Payı paydasına eşit veya büyük olan kesirler bileşik kesirler olarak adlandırılırlar. Tam sayılı kesirler ise bileşik kesirlerin tam sayı ve basit kesir halinin birlikte ifade edilmiş halidir. Kesir öğretimine basit kesirlerle başlanarak, birim kesirlerin tekrarlanmasıyla, ritmik sayılması ve toplanmasıyla bileşik kesirler keşfettirilebilir. Bileşik kesirlerde pay ve paydanın ilişkisi öğrencilerle tartışılarak fark ettirilmelidir. Bileşik kesirlerden tam sayılı kesirlere geçişte paylaşım etkinlikleri kullanılarak paylaşımın anlaşılması ve tam sayılı kesirlerin ifadesi anlamlandırılabilir (Horzum, 2019). Bileşik kesir ve tam sayılı kesir arasındaki ilişkileri göstermek için tekrarlı toplamalardan, örüntü bloklarından yararlanılabilir. Öğretimde algoritmanın (payı paydaya böl, bölüm tam kısım bölen payda kalan pay ya da tam sayıyla paydayı çarp paya ekle) ezberletilmesi kavramın yapılandırılmasını zorlaştırabilir (Van de Walle, Karp ve Bay-Williams,2018).

Denk kesirler için öncelikle denkliğin kavramsal olarak oturtulmasını sağlayabiliriz. Örneğin 4/6 ile 2/3 ün eşit olduğunu nasıl ifade edebiliriz? sorusuna öğrencilerle cevap arayabiliriz. Öğrenciler bu soruda gruplandırma yapabilirler, modeller kullanabilirler. Genişletme ve sadeleştirmeyi bilen öğrenciler direkt olarak prosedürü uygulayabilirler ancak bu öğrencide kavramsal yapının oluştuğunu göstermeyebilir (Van de Walle, Karp ve Bay-Williams, 2018). Öğrencilere somut modeller üzerinden düşünme sağlatılırsa semboller ve algoritmalara geçiş kavramın yapılandırılması yönüyle daha anlaşılır olur. Denk kesirlerin öğretiminde şu şekilde etkinlikler kullanılabilir:



ETKİNLİK 1

Kesirlerin Denkliği – 1

Yandaki çizelgede $\frac{1}{3} = \frac{2}{6}, \frac{1}{3} = \frac{4}{12}$ olduğu görülebilmektedir. Siz de öğrencilerinizden yandaki gibi bir çizelge ile $\frac{1}{2} = \frac{2}{4}, \frac{1}{2} = \frac{4}{8}$ olduğunu göstermelerini isteyiniz.

ETKİNLİK 2

Birinci durumda $\frac{1}{3}$ kesri verilmiştir. Bu şekilde her bir eş parçayı 2 eş parçaya bölerek yeni bir şekil elde edildiğinde elde edilen yeni şekil durum 2 deki şekil olacaktır. Durum 2 deki her bir eş parça tekrar 2 eş parçaya bölünerek elde edilen yeni şekil durum 3 teki şekil olacaktır. Buna göre

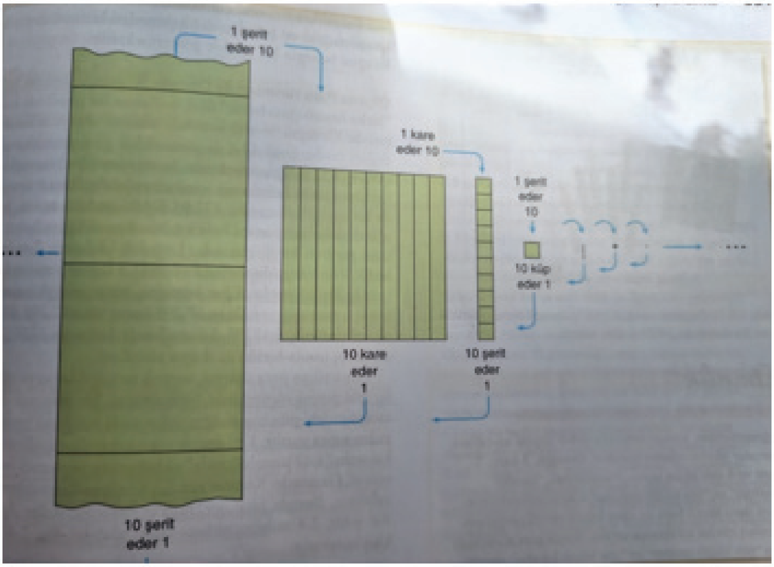
a) Durum 1 ile Durum 2 şekilleri arasındaki ilişki nedir? Şekiller arasında değişen ve değişmeyen nedir? Neden?

b) Durum 2 ile Durum 3 şekilleri arasındaki ilişki nedir? Şekiller arasında değişen ve değişmeyen nedir? Neden?

c) Durum 1 ve Durum 3 şekilleri arasındaki ilişki nedir? Şekiller arasında değişen ve değişmeyen nedir? Neden?

Şekil 8. *Denk Kesir Etkinlik Örneği (Horzum, 2019)*

Ondalık gösterimi kesirlerin, rasyonel sayıların $\frac{a}{b}$ şeklinde değil de tam sayılı kısmın ondalık sayılı kısımdan virgül ile ayrıldığı gösterim olarak adlandırılabilir. Ondalık gösterimlerde ondalık kısmın sağına doğru basamak değerlerinin artması ondalık ifadelerin gösteriminin sürekli olduğunu gösterir. Ondalık gösterimler rasyonel sayı kümelerinin farklı bir gösterimi olduğundan dolayı farklı bir sayı kümesini farklı bir gösterimi ifade ederler. Ondalık gösterim kavramına giriş kesir kavramının ondalık gösterim ile ilişkilendirmesiyle yapılır. Paydası 10,100,1000 olan kesirlerin ondalık gösterim ile arasındaki örüntü keşfettirilmeye çalışılır. Bu örüntü keşfi bilinenden bilinmeyene doğru bir öğretim için basamak oluşturur. Öğrencilere kesir kartları, onluk, yüzlük taban blokları sunularak ondalık gösterim ile kesir gösterimi arasındaki ortak özellikler üzerinden ilişki fark ettirilmeye çalışılır. (Özçakır, 2019). Öncelikle öğrencinin günlük hayatta bu gösterimlerle nerede karşılaştıkları düşündürtülebilir bu bilişsel ve duyuşsal alan açısından da farkındalık yaratacaktır. Paralarımız, uzunluk ölçüleri günlük hayatta en sık karşılaştığımız örneklerdir. Ancak burada paranın sadece belli bir basamağa kadar yardımcı olacağı için sınırlı kalacağı unutulmamalıdır (Van de Walle, Karp ve Bay-Williams, 2018). Ondalık gösterimlerde öğretime başlarken doğal sayılardaki basamak değeri kavramını temel alarak ondalık basamak değerlerini geliştirmek öğrencilerin zihninde anlamlandırması açısından daha iyi olabilir. İki basamak arasındaki "10' a 1 ilişkisi" ondalık basamakların kavranmasındaki ilk adımdır. Bu ilişki geliştirilirken ilişkinin iki yönlü olduğu yani küçük basamaklara doğru ilerleme ve daha büyük basamaklara doğru ilerleme yapılabileceğini göstermemiz doğru olacaktır. Basamak değeri kavramı geliştirildikten sonra virgülün tam kısım ve ondalık kısmı ayıran görevli olduğu ve tam kısmın sağına konulduğu fikri geliştirilebilir. Kesir ondalık gösterim ilişkisinde öğrencilere belirli bir kural ezberletmek yerine basamak değeri tablolarından, yüzlük tablolardan yararlanarak kesir ile ilişkisini keşfettirebiliriz. Burada özellikle kesirlerin paydadan paya doğru okunuşunun anlamlandırılması ondalık gösterimlere geçişi kolaylaştıracaktır. Öğrencilere ilk öğretimden itibaren ondalık gösterimlerin birer kesir olduğu özellikle vurgulanmalıdır (Van de Walle, Karp ve Bay-Williams, 2018).



Şekil 9. *Şerit Modelle Ondalık Küçük ve Büyük Parçaların Eldesi (Van de Walle, Karp ve Bay-Williams, 2018)*

Ayrıca öğrencilere denk kesirlerden yola çıkılarak ondalık gösterimlere geçiş de sağlanabilir. Diğer bir yöntem de payı paydaya bölerek kesirden ondalık gösterime geçişin sağlanmasıdır. Ancak bu kısımlar daha algoritma tarzında olduğu için öğrenciler kavramsal öğrenmeden ziyade işlemsel öğrenme peşinde olmakta ve ezber yapma odaklı olabiliyorlar. Öğrencilere basamak değeri, modeller kullandırılıp kesirlerle ondalık gösterim ilişkisi sağlandıktan sonra algoritma basamaklarına geçmek öğrenmeyi daha iyi yapılandırabilir (Özçakır, 2019).

Yüzde gösterimi kesirlerin parça bütün ilişkisini esas alarak çoklukların karşılaştırılmasında kolaylıklar sağlar. Yüzdelerin tanımı kesirlerin alan modelleriyle çalışılarak çok rahatlıkla yapılabilir. Öğrenciler için asıl zorluk kesir – ondalık gösterim – yüzdelik gösterim arasındaki dönüşümlerde yaşanabilmektedir. Bu gösterimler arasındaki ilişkiyi vurgulamak için on tabanlı kesir modelleri, denk kesirler çalışmaları faydalı olacaktır. Ayrıca ondalık gösterim ve yüzde arasındaki ilişkide yüzde birler basamağının altını çizmek öğrencilerin bu dönüşümde kavramı yapılandırmasına yardımcı olacaktır. Ondalık gösterimi yüzdeye dönüştürmek için virgülü iki basamak sağa kaydırınız algoritması öğrencilere basamak değeri ve kesir ifadeleriyle birlikte verilirse anlamlı ve kavramsal bir yapı oluşturulabilir (Sarpkaya Aktaş,2019).

Kesir kavramı, kesirlerin temel kavramları, kesir çeşitleri, kesir modellemeleri, ondalık gösterim, yüzde gösterimi ve gösterimler arası dönüşümlere baktığımızda alanyazında birçok çalışma mevcuttur. Kurt (2006) 6,7 ve 8. Sınıflarla kesirler konusunda temsil biçimleri arasındaki dönüşümleri yapabilme becerilerini incelemiş en sık yapılan yanlışların sayı doğrusu ve bileşik kesirleri temsil eden alan modeli dönüşümünde olduğunu belirtmiştir. 6,7 ve 8'lerde sayı doğrusu modeli içeren maddelerin en zor maddeler olarak kabul edildiği ve sınıf seviyesi arttıkça temsil becerisinin de arttığı gözlemlenmiştir. Öğrencilerin kesir rakamını iki ayrı tam sayı olarak düşünme eğilimlerinin olduğu, öğrencilerin tam sayı doğrusunu bir birim olarak ele alıp alan modelindeki gibi temsil ettiği, bileşik kesirlerin temsilinde öğretmenlerin daha çok basit kesirlere vurgu yapmasından dolayı zorlandıkları gözlemlenmiştir. Öğrencilerin kesirlerin temsili için sembolik dile kullanımının yatkınlığını belirtmiştir.

Pesen (2008) kesirlerin sayı doğrusu üzerinde gösteriminde öğrencilerin yaşadığı zorluklar ve kavram yanılgılarını gözlemlemiş ve kesirlerin sayı doğrusunda gösterimi sırasında öğrencilerin bütünün kaç parçaya ayrılacağına karar veremediği, kaç parçasının seçileceği hakkında sorun yaşadığı, 2/4 kesrini belirtirken 2 ve 4 ü ayrı ayrı tam sayı gibi sayı doğrusunda gösterdiği yani a/b şeklindeki bir kesri bir bütün olarak algılayamadıkları, sayı doğrusunda bütünü eş parçalara ayırırken referans noktaları da dahil ettikleri (aralık yerine nokta sayıldığı) görülmüştür. Sayı doğrusunda gösterilen kesirleri yazmada ise pay ve paydayı yanlış yazma, bütünün kaç eş parçaya ayrıldığına dikkat etmeme, aralık yerine nokta saydığı için pay ve paydayı yanlış belirleme özellikle paydayı yazma konusunda daha çok hata yaptıkları gözlemlenmiştir.

Divrik ve Pilten (2021) ilkokul 3. Sınıflarla kesirlerde birim kesir, sembolle ifade ve modelle temsil etmeyi incelediği durum çalışmasında öğrencilerde birim kesri belirlerken parça bütün ilişkisi kuramama, kesir sayısını yazamama, sembolik ve iki boyutlu verilen kesrin okunuşu istendiğinde parça bütün ilişkisini belirleyemedikleri, birim kesir ve kesir sayısı arasındaki farkı anlamlandıramadıkları görülmüştür.

Tabak, Ahi, Bozdemir ve Sarı'nın (2010) 4 ve 5. Sınıflarla yaptığı kesirleri modelleme becerisi çalışması kapsamında basit bir kesrin sayı doğrusu, alan modeli ve küme modeli üzerinde gösterme becerilerinde 4. Sınıfların yarısı (50 kişide 25 kişi) verilen kesri sayı doğrusu üzerinde gösterebilirken, 5. Sınıflarda bu oran yüzde 60 (50 kişide 30) kişi olarak görülmüştür. Küme modeli üzerinde modellemeyi ise çoğunluğun yapabildiği ancak verilen kesri genişletemedikleri görülmüştür. Alan modellemesinde ise 4.sınıfların alan gösteriminde 5. Sınıfların gerisinde kaldığı ve şeklin değişimine göre alan modelinde gösterme becerisinin farklılık gösterdiği görülmüştür. Kare, dikdörtgen, üçgen, daire paralelkenar ve dik yamukta alan modeli üzerinden eşit bölme becerilerinde ise öğrencilerin üçgen ve özellikle dik yamukta eş parçalara bölme becerisinde öğrencilerin büyük çoğunluğunun eş parçalara ayırmak için fikir yürütemediğini görmekteyiz. Öğrencilerin 3 farklı alan modellemesinde kesir olarak yazabilme becerisinin yüksek olduğu ancak sayı doğrusu üzerinde bir kesri yazabilme becerisinin diğer modellere göre daha düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Baran (2024) öğrencilerin kesirlerde temsiller arasındaki dönüşüm yeterliliklerini incelemiş ve 5. ve 6. Sınıf öğrencilerinin temsilde görsel ve gerçek yaşam durumlarında yüksek performans sözel ifade sorularında ise düşük performans gösterdiği, bu sınıf düzeyindeki öğrencilerin somut modellerle kesir yapılandırmasını daha iyi yapabildiğini 7 ve 8. Sınıf öğrencilerinin ise daha çok soyut olan manipülatif ve sembolik temsillerde daha iyi performans sergilerken yine 5 ve 6. Sınıflardaki gibi sözel kısımlarda zorlandığını ancak 5 ve 6. sınıflara göre daha iyi bir performans sergilendiğini gözlemlemiştir.5 ve 6. Sınıfların sözel durumdan manipülatif duruma 7 ve 8. Sınıfların ise sözel durumdan gerçek yaşam durumuna geçişte zorlandığı kaydedilmiştir. Genel olarak öğrencilerin kavramı doğru anlamlandırsa dahi dönüşümlerde zorlandıkları görülmüştür.

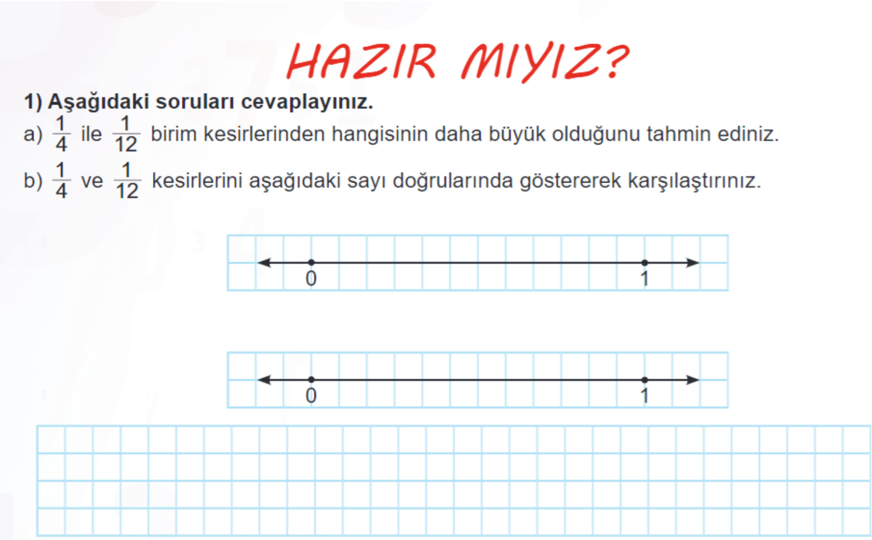
Biber, Tuna ve Dağdelen'in (2019) çalışmasında 5. Sınıfların kesirlerin ve ondalık sayıların birbirine dönüşümünde görülen zorluklar ve yanılgılar incelenmiş öğrencilerin kesirlerden ondalık gösterime geçerken daha çok hata yaptıkları görülmüştür. Basit kesirlerin dönüşümünde rahatlıkla dönüşüm yapan öğrenciler bileşik ve tam sayılı kesirlerin dönüşümünde zorlandıkları gözlemlenmiştir. Öğrencilerin paydası 10'un kuvvetleri olmayan kesirleri ondalık gösterime dönüştürürken genişletmeden veya sadeleştirmeden sonuca ulaşmaya çalışmışlar ve öğrencilerden alınan cevaplara göre genişletmenin ve sadeleştirmenin tam anlamlandırılamadığı gözlemlenmiştir. Ondalık gösterimden kesre dönüştürürken öğrencilerin tam sayı kısmını unuttukları görülmüştür.

Yılmaz ve Yenilmez ‘in (2008) 7 ve 8. Sınıflarda yapmış olduğu ondalık sayılar ile ilgili kavram yanılgıları çalışmasında öğrencilerin taralı verilen şekillerde kesir ve ondalık kesir yazımında kesir yazımında yanılgısının az olduğu ancak ondalık kesir yazımında paydadaki sayının durumuna göre (örneğin payda 8 olduğunda) genişletme yapamadıkları dolayısıyla ondalık sayıya geçiş yapamadıkları görülmüştür. Yüzde gösteriminden ondalık kesir ve kesre dönüşümde hata yapan öğrencilerin pay ve paydayı karıştırdığı, basamak değerlerinde hata yaptığı ve ondalık kesri de kesir gibi yazdığı görülmüştür. Ondalık kesirleri okuma ve yazmada virgülü bir ayraç gibi düşünüp sayıyı tam sayı gibi okumakta, okurken basamakları karıştırmakta olduğu gözlemlenmiştir.

Mumcu (2015) kesirlerle ondalık kesirler arasındaki ilişkinin kurulmasında ondalık kesirlerde virgülü ayraç gibi gördüklerini, virgülü görmezden gelenlerin olduğunu, dönüşümleri yaparken kesir çizgisi ve virgüle aynı anlamı yüklediklerini, sayı doğrusu üzerinde gösterirken iki sayı arasındaki mesafeyi her durumda 1 olarak kabul ettiklerini ve sayı doğrusunda yer alan kesirleri kesir olarak ifade ederken aralık sayısını doğru değerlendiremediklerini gözlemlemiştir.

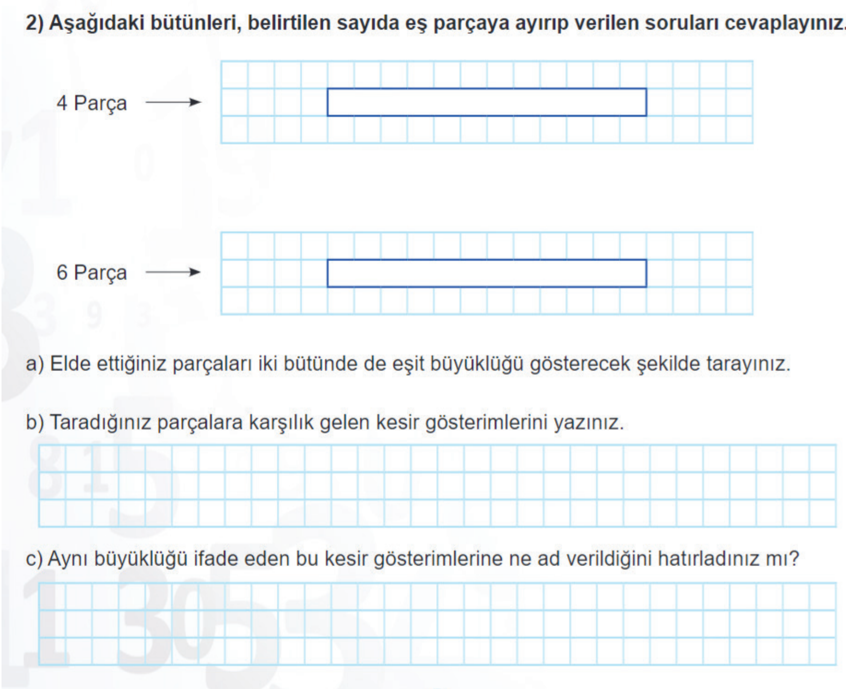
Öğrenme Çıktılarının İncelenmesi

MEB'nin 2024-2025 eğitim öğretim yılı 5.sınıf Matematik ders kitabı ve maarif modeli öğrenme çıktılarını incelersek, ders kitabı sayfa 14'te ''Hazır Mıyız?'' kısmında birim kesirlerden başlanmış ve birim kesirlerin karşılaştırılması istenmiştir. Bu karşılaştırmanın sayı doğrusunda modellenmesi beklenmiştir.



Şekil 10. *Ortaokul 5. Sınıf Ders Kitabı ''Hazır Mıyız?'' Soruları (s. 14) (MEB, 2024).*

Öğrenme çıktılarında öğrencilerin farklı modelleri seçme ve kullanması gerekmekte şeklinde bir beklenti bulunmaktadır. Bu beklentiyi ön koşulda da karşılamak için sayı doğrusunun direkt verilmesi yerine, birim kesirlerin öğrenciye en uygun çözümle modelleyerek karşılaştırması kullanılabilir. Farklı gruplar ve farklı kişilerden farklı modeller açığa çıkmasını sağlayarak, bu modelin kullanım gerekçeleri sorularak öğrencilerde farkındalık oluşturmak amaçlanabilir. Bu şekilde yoruma açık ve değerlendirme için rehber olacak çalışmalar kullanılması önemli olacaktır.



2) Aşağıdaki bütünleri, belirtilen sayıda eş parçaya ayırıp verilen soruları cevaplayınız.

4 Parça →

6 Parça →

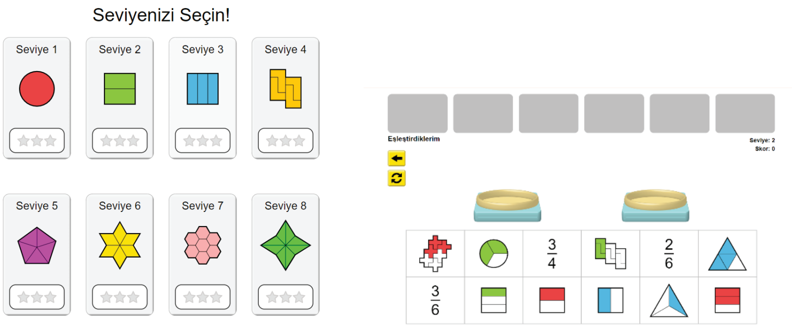
a) Elde ettiğiniz parçaları iki bütünde de eşit büyüklüğü gösterecek şekilde tarayınız.

b) Taradığınız parçalara karşılık gelen kesir gösterimlerini yazınız.

c) Aynı büyüklüğü ifade eden bu kesir gösterimlerine ne ad verildiğini hatırladınız mı?

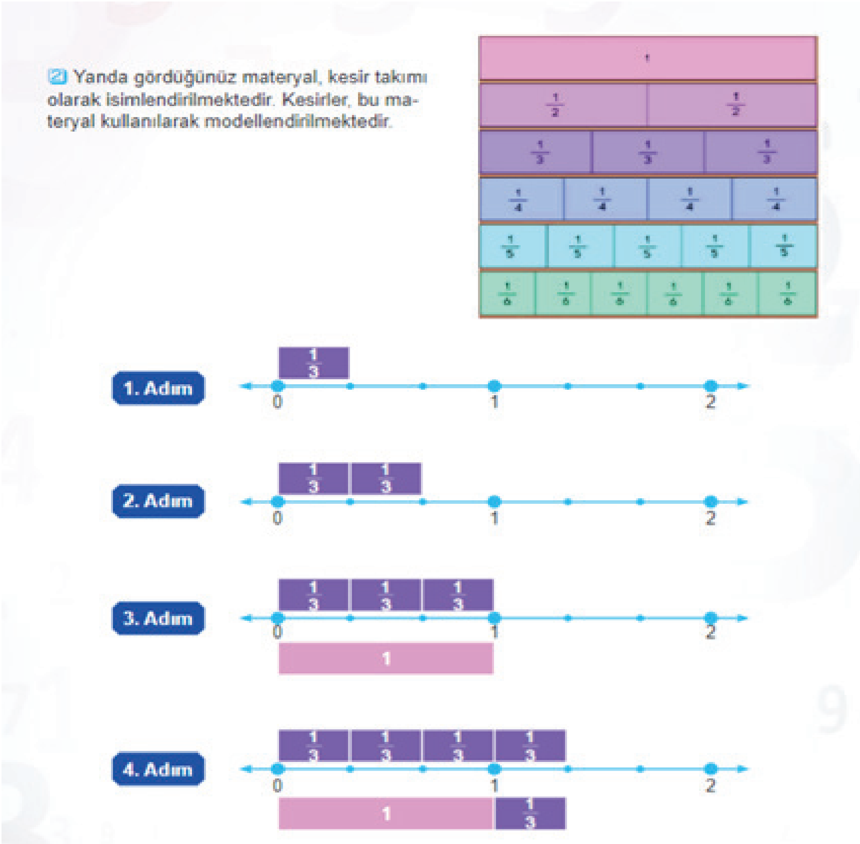
Şekil 11. ‘‘*Hazır Mıyız?*’’ *sorularının devamı (MEB, 2024)*

Bu kısımda denklik ve denk kesirleri hatırlatmak için alan modeli kullanılmıştır. Alan modelleri denklikler için kullanışlı ve kolay anlayışlı modellerdir. Denk kesirlerin tanımına bu modellerden sonra değinilmesi istenmiştir. Hatırlatma amacıyla yapılan çalışma uygun olsa da, maarif modelinin amacı muhakeme becerisi yüksek, eleştirel düşünen bireyler yetiştirmektir. Öğrencilerin gerekçelendirmesini ve üst düzey düşünmesini sağlayan etkinlikler kullanılması önemli olacaktır. Öğrencinin matematiksel temsiller kullanması, modellemesi gerekmektedir. Önemli görülen diğer bir durum ise kavramsal alt yapının oluşturularak daha sonraki aşamalarda denk kesirlerin genişletme ve sadeleştirilmesiyle denk kesir kavramını daha rahat oluşturulabilmesini sağlamaktadır. Alıştırmalar ile kavramın pekiştirilmesi, aynı zamanda teknoloji destekli araçların kullanılarak hazır bulunuşlukları farklı öğrencilerin desteklenmesi sağlanmalıdır.



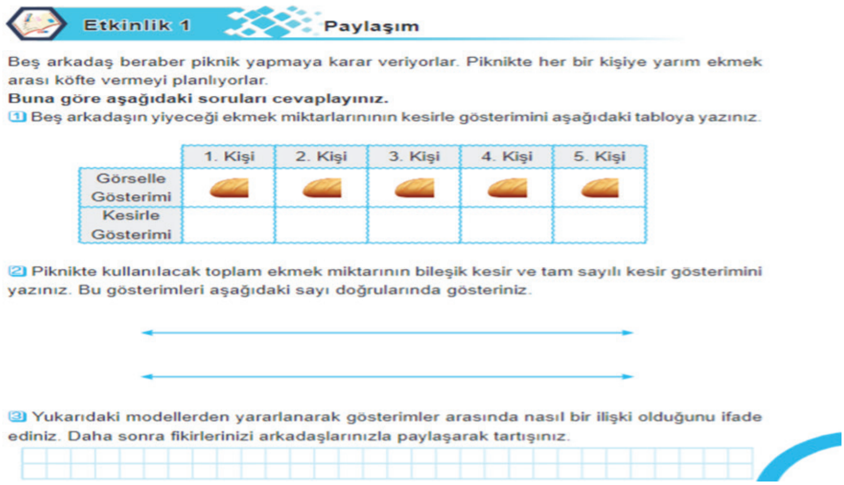
Şekil 12. *PhET sitesinden kesirlerle ilgili bir etkinlik (Erişim adresi:* https://phet.colorado.edu/sims/html/fractions-equality/latest/fractions-equality_all.html?locale=tr *)*

Örneğin, seviyelere göre denk kesirleri oluşturma oyununda (PhET veya farklı sitelerde bulunmaktadır.) farklı temsillerden yararlanarak denk kesirleri eşleştirebiliriz. Bu sitede kesirleri sadece daire ya da dikdörtgen alan modelinde göstermemekle beraber parçaların eş olması durumunda farklı şekillerde de kesirler olduğu hissettirilmektedir. Tabak vd. (2010) yaptıkları çalışmada farklı alan modellerinin eş parçalara ayrılmasında öğrenci düşünüşlerinin incelemiştir. Öğrenciler bu tarz simülasyonlarla farklı şekillerde çalıştıklarında, farklı bütünleri eş parçalara ayırır, bunun zerinde denklik kavramını kurarlarsa kesir kavramında hem eş bütünlere ayırma hem denklik kavramı için güzel bir yapılandırma oluşturulabilir. Ders kitabı dışında Eğitim Bilişim Ağı'na (EBA) bununla ilgili teknoloji tabanlı destek eğitimlere ulaşım sağlanabilir.



Şekil 13. *Kesir Takımı (MEB, 2024)*

Matematik ders kitabı Sayfa 16'daki etkinlikte kesir takımı ve sayı doğrusu arasında birim kesirler tekrarlanarak bileşik kesir ve tam sayılı kesir arasındaki gösterim fark ettirilmeye çalışılmıştır. İlişkilendirmenin kesir takımı ve sayı doğrusuyla olması kavramın somutlaştırılmasını sağlayabilir. Sayı doğrusu ve kesir takımının birlikte gösterilmesi ilişkinin yorumlanmasını kolay hale getirebilir. Ancak sayı doğrusunun daha üst düzey bir model olduğu unutulmamalıdır. Sayı doğrusu üzerinde şekilsel anlamın arka plana atılması öğrenmeyi zorlaştırabilir bu yüzden kavramsal ilişkilerde kopukluk olmadan sayı doğrusuna geçiş yapmayı düşünebiliriz (Pesen, 2008). Öğrencilerimiz somuttan soyuta geçiş evresindeler bu yüzden daha somut modellerle başlayıp daha üst düzey olan sayı doğrusuna doğru geçiş düşünülebilir. Ek olarak bu kısımda sözlü olarak bileşik kesir, tam sayılı kesir ve basit kesir kavramını pekiştirecek sezgisel sorular yönlendirilebilir. Örneğin "Neden yedi tane dörtte birden yaklaşık iki bütün elde ettik ancak on tane on ikide birden bir bütün bile elde edemedik?"(Van De Walle, Karp & Bay Williams,2018, sy.295)


Etkinlik 1 Paylaşım

Beş arkadaş beraber piknik yapmaya karar veriyorlar. Piknikte her bir kişiye yarım ekmek arası köfte vermeyi planlıyorlar.

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1 Beş arkadaşın yiyeceği ekmek miktarlarınının kesirle gösterimini aşağıdaki tabloya yazınız.

	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	4. Kişi	5. Kişi
Görselle Gösterimi					
Kesirle Gösterimi					

2 Piknikte kullanılacak toplam ekmek miktarının bileşik kesir ve tam sayılı kesir gösterimini yazınız. Bu gösterimleri aşağıdaki sayı doğrularında gösteriniz.

3 Yukarıdaki modellerden yararlanarak gösterimler arasında nasıl bir ilişki olduğunu ifade ediniz. Daha sonra fikirlerinizi arkadaşlarınızla paylaşarak tartışınız.

Şekil 14. *Ders kitabı sayfa 17, Paylaşım etkinliği (MEB,2024)*

Sayfa 17 ‘de Etkinlik 1 incelediğimizde öncelikle paylaşım üzerinde giden bir kesir gösterimi ve daha sonra bu kesirlerin iki farklı gösterimin öğrenciden istendiğini görmekteyiz. Öncelikle burada kesirlerin bölüm paylaşma anlamına değinilmesi önemli görülmüştür. Ancak daha sonradan belirtilen kesirin sayı doğrusunda farklı şekillerde gösteriminin istenmesi süreç içinde beklenen öğrenme çıktılarıyla tam uyumlu olmamaktadır. Çünkü süreç içerisinde öğrenciden beklenen öğrenme çıktıları öğrencinin daha önceki deneyimlerine dayanarak kesirlerin gösteriminin farklı modellerini keşfetmesini sağlamak yerine gösterimlerin sadece sınırlı bir şekilde sayı doğrusuyla gösterimi sağlanmaktadır. Ayrıca sayı doğrusu, daha üst düzey bir düşünme becerisi gerektirir. Bunun yerine sayı doğrusu öncesinde paylaşım etkinliği küme modeliyle daha kolay şekilde somutlaştırılabilir. Paylaşım etkinlikleri için; küme modelleri kesir öğretiminde daha uygun modellerdir. Denk kesirlerin hatırlatmak için de bulunmaz bir fırsat olabilir (Horzum,2019). Bunun yerine istenilen kesrin hangi modellerle ifade edilebileceğini ve bu modelin neden seçebileceğini gerekçeleriyle sınıfta bir tartışma havası oluşturmak beklenen öğrenme çıktısına daha çok hizmet eder. Hem modeli seçme ve kullanmayı hem gösterimi yorumlamayı hem fikirlerini sağlam temellere dayandırarak ifade etmeyi sağlar, ayrıca arkadaşlarıyla iletişimini ve kendini ifade etme becerisini de güçlendirir. Ek olarak bu etkinlikten önce kesirlerin farklı anlamlarını ifade eden, hissettiren bir etkinlik yapılabilir ve bu etkinlikte kesir ifadelerinden hangi anlamların çıkarılabileceği çocuklarla tartışılabilir. Bu etkinliği yapmak öğrencilerin kesirleri zihninde anlamlandırmasını sağlar ve kesirleri temsil ederken kesirin ifade ettiği anlamın yapısına uygun gösterimin seçilmesinde temel unsur olarak rol oynar. Bu şekilde bir etkinliğe Baykul'un (2009) Ortaokulda Matematik Eğitimi kitabında rastlamaktayız.

Etkinlik 9.2: Kesir Sayısının Anlamları

Aşağıdaki ifadelerde yer alan kesir sayılarının yazılmasını, bu sayıların hangi anlamlarda kullanıldığının açıklanmasını ve birer model ile belirtilmesini isteyiniz.

1. Dünyanın üçte ikisi sularla kaplıdır.
2. Babamın bayramda verdiği 50 liraya iki kardeş eşit olarak paylaştık. Her birimiz paranın kaçta kaçını aldık?
3. Ülkemizin 0,25'i ormanlarla kaplıdır.
4. Satıcı, satış fiyatı üzerinden yüzde 15 indirim yaptı.
5. Sınıfımızdaki 15 öğrencinin beşte üçü kızdır.
6. Buz dağlarının dokuzda sekizi suyun içindedir, görünmez.

Şekil 15. *Etkinlik örneği (Baykul, 2009)*

Etkinlik 2 **Oyunlarla Öğreniyorum**

Fatma ve Mehmet, çocukları Aras'ın hem teknolojiden uzak kalmaması hem de internetteki zararlı içeriklerden etkilenmemesi için eğitici içerikler araştırmaktadırlar. Buldukları eğitici içerikleri ise belirledikleri zaman aralıklarında Aras'ın kullanmasına izin vermektedirler.

Aras, ailesinin onayladığı üç farklı eğitici bilgisayar oyununu oynamaktadır. Oynadığı eğitici oyunlar hakkındaki bilgiler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo: Eğitici Oyunların Bölüm ve Aşama Sayıları ile Tamamlanma Durumları

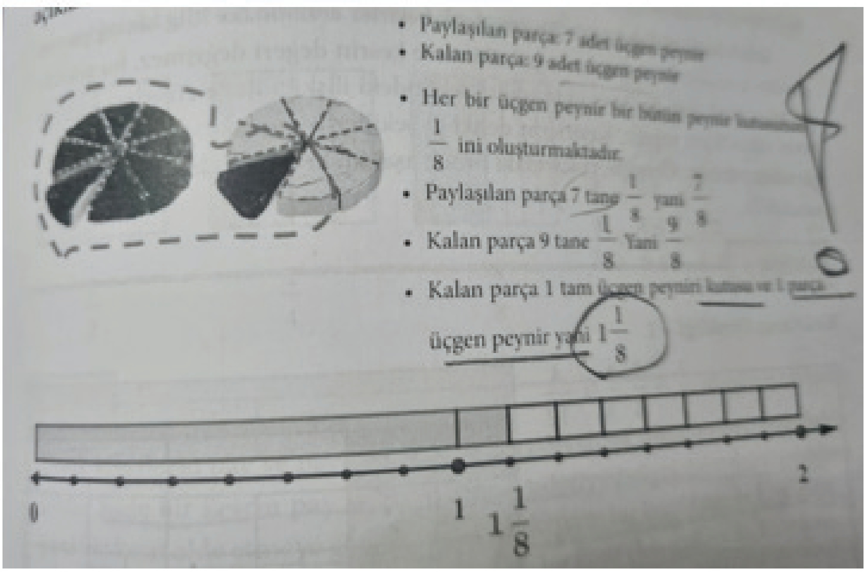
Eğitici Oyunun Adı	Bölüm Sayısı	Her Bölümdeki Aşama Sayısı	Eğitici Oyunu Tamamlama Durumu
Matematiğin Sırları	3	6	2 bölüm ve 5 aşama
Gezegenimizi Tanıyalım	5	5	4 bölüm ve 1 aşama
Kodlama Yapıyorum	7	3	6 bölüm ve 2 aşama

Oynadığı eğitici oyunların her birinin aşamaları eşit sürede tamamlandığına göre her bir eğitici oyunun tamamlanma durumunu modelleyiniz. Modellerinizi bileşik ve tam sayılı kesir olarak ifade ediniz. Kullandığınız modeli arkadaşlarınızla paylaşınız. Kullanılan modelleri karşılaştırdığınızda hangi tür modelin daha kullanışlı olduğunu ifade ediniz.

Şekil 16. *Oyunlarla Öğreniyorum Etkinliği (MEB, 2024)*

Etkinlik 2 için incelediğimizde tam sayılı kesir ve bileşik sayılı kesir gösteriminin karşılaştırılması ve hangisinin kullanılmasının daha avantajlı olacağının yorumlanması istenmiştir. Ancak sorunun anlaşılır olmadığı düşünülmüştür. Öğrenciler tabloyu anlaşılır bulmayabilir. Ayrıca kesirleri tam ve bileşik kesir olarak modellemenin karşılaştırılması yerine farklı modellerin karşılaştırılması ve bu modeli öğrencinin seçmesinden yanayım öğrenci bu şekilde analiz ve yorumlama becerisi geliştiremeyebilir ve verilen süreç öğrenme çıktıları ile uyum sağlanmayabilir. Eğer tam sayılı ve bileşik kesir modellemesini karşılaştırmak istersek pay ve payda arasındaki ilişkiye dikkat çekebiliriz. Sayı doğrusu ve bölge modelleri tam sayılı ve bileşik kesirin birbirine dönüşümlerini anlamada önemli bir rol oynar (Horzum, 2019). Öğrencilere bu şekilde anlaşılması zor etkinlikler yöneltmek yerine, aşağıdaki örnek kullanılabilir:

‘’Ela’nın elinde bulunan 2 adet üçgen peynir kutusu ve bu peynir kutularının içinde 8 ‘er dilim üçgen peynir vardır. Ela ilk gün 1. Kutunun 3 dilim peynirini yemiştir. Geriye kalan peynirin ilk duruma göre ifadesi nedir? Farklı şekilde nasıl gösterebilir? Hangi model sizin için kullanışlı olmaktadır?” (Ertekin ve Ünlü, 2019*)*



Şekil 17. *Üçgen Peynir Örneği (Ertekin ve Ünlü, 2019)*

Sayfa 23’te ondalık gösterimlerin tanımı yapılmıştır. Tanımda ondalık kısımlarının okunuşlarını basmak sayısı belirler kuralını öğrencilere bu şekilde vermek yerine basamaklar ve basamak değerleri verilmesi de uygun bir yöntem olabilir. Ayrıca öğrencilerin virgülü, sayıların okunuşlarını basamak değerleriyle anlamlandırmaları ezbere öğrenmeden ziyade kavramsal öğrenmenin temelini oluşturabilir. Mumcu (2015), Yılmaz ve

Yenilmez'in (2008) çalışmalarını incelediğimizde, öğrenciler virgülü ayraç gibi görme, sayıyı tam sayı gibi okuma vb. kavram yanılgılarına sahip olabilirler. Ayrıca kuraldan sonra verilen örnekte günlük yaşamdan para örneği kullanılmıştır. Ancak bu örneği kullanırken öğretmenlerin bilinçli olması gerekir çünkü para ile yapılan işlemler belli bir basamağa kadar sınırlıdır. Örneğin binde birler basamağını öğrenci ileride anlamlandırmakta zorluk çekebilir.

Genel olarak bu kısımla ilgili çalışmaları incelediğimizde sayfa 24, 25, 28 ve 29'da kesirlerin farklı gösterimlerine ilişkin ondalık gösterimler ve yüzdelik gösterimler için alıştırma düzeyleri kavramsal sorulara yer verilmiştir. Bu sorular bilgi ve hatırlama düzeyinde kalmakta olup üst düzey düşünceyi geliştirme odaklı olmayabilir. Ayrıca süreç içinde beklenen öğrenme çıktılarının yorumları bu etkinliklerle yapılamayabilir. Ancak alan modelleri üzerinden gidilmesi ondalık gösterim – kesir gösterimi daha sonra da yüzdelik gösterime geçiş için uygun bir alt yapı oluşturabilir iyi düşünülmüş olduğunu söyleyebiliriz. Sayfa 28 de yüzdelik gösterimlerle ilgili bilgi verilmeden önce kesir ondalık gösterim ve yüzde ilişkisi alan modeli üzerinden öğrencilere keşfettirilmesi gereklidir. Öğrencinin bu yapılandırmaya kendisinin yapması ilişkiyi kendisinin kurması öğrenmenin daha kalıcı olmasını sağlar. Kuralın verilmesinden sonra öğrencilere kesir-ondalık gösterim- yüzdelik gösterim arasındaki geçişin sağlanması için bir alıştırma verildiğini görmekteyiz. Öğrencilerin bu dönüşümlerde zorlandığını düşünürsek, önce yüzlük kart modellerinin verilmesi dönüşümlerin anlaşılması için daha uygun olabilir (Sarpkaya Aktaş, 2019). Sayfa 29 'da kesirleri çözümleyerek yüzdelik ve ondalık gösterime geçiş yapılmıştır. Bu gösterim gayet uygun olabilir ancak öncesinde basamak değeri vurgusunun yapılmamış olması öğrencilerde anlam karmaşası yaratabilir.

Sayfa 30, 31, 32 ve 33'te temsiller arası geçiş için alıştırmalar verilmiştir. Burada gözde çarpan kısım, hangi temsillerin kullanılacağının belirtilmesidir. Öğrenme çıktısı içinde öğrencinin hangi modeli kullanacağını kendisinin seçmesini, yorumlamasını ve eleştirel düşünüp karar vermesini beklenir. Ancak ders kitabında temsilde hangi modelin kullanılacağının verilmesi bu karar öğrencinin kendi zihin şemasında çözmesini engelleyebilir. Öğrenci uygun olan modeli kendi seçmeli, çevresi ile tartışmalı ve öğrenmelerini akranlarıyla desteklerse öğrenme çıktılarına daha uygun bir öğrenme ortamı yaratılabilir.

Sayılar ve nicelikler temasının ilk çıktısı olan MAT 5.1.3 öğrenme çıktılarının ders kitabı ile incelenmesine genel olarak bakıldığında, istenen öğrenme çıktılarında öğrencinin keşfetmesi, yorumlaması, çıkarım oluşturması odaklı olduğu görülmektedir. Öğrenci istendiği gibi temsili oluştursa da; istenen çıkarımlar için uygun bir öğrenme ortamı, bir yapılandırma olmadığı ve daha çok bilişsel basamakların ilk seviyelerinde kaldığı söylenebilir. Temsiller biraz daha fazla çeşitlendirilebilir, grup çalışmaları üzerine odaklanarak matematiksel dilin kullanılması desteklenebilir.

Sayılar ve nicelikler temasının ikinci öğrenme çıktısı olan MAT 5.1.4 öğrenme çıktıları ise aşağıda ifade edilmiştir.

a
- Farklı gösterimlerle ifade edilen kesirlerin karşılaştırılmasına yönelik varsayımda bulunur

b
- Varsayımındaki ilişkileri inceleyerek kesirlerin karşılaştırılmasına yönelik genellemeleri belirler.

c
- Elde ettiği genellemelerin varsayımını karşılayıp karşılamadığını sayı doğrusu, şekil gibi temsiller üzerinde gösterir.

ç
- Varsayımı ile ilgili ulaştığı sonuca yönelik matematiksel önermeleri sözel ya da sembolik temsil ile sunar.

d
- Sunduğu önermelerin tahmin etme becerisine katkısını gerekçelerle açıklar.

Şekil 18. *MAT 5.1.4 öğrenme çıktıları (MEB, 2024)*

Bu öğrenme çıktılarına bağlı olarak öğrencilerin varsayımlardan ulaşacağı genellemeler ise şu şekildedir:

Referans alarak kesirleri karşılaştırma
- Sayı doğrusunda 0, 1/2 ve 1 ' e uzaklığına bakılarak kesirlerin büyüklüklerine göre fikir yürütülür.

paydaları eşit olan kesirler
- Paydaların eşit olması iki bütünün aynı büyüklükte eşit parçalara ayrıldığını gösterir ve paydaları eşit olan kesirlerden payı büyük olan kesir diğer kesirden büyüktür (Horzum,2019).

payları eşit olan kesirler
- Eş büyüklükteki bütünler kullanılarak eşit parça alınarak elde edilen kesirlerden daha az eş parçalara ayrılan bütünün parçası daha fazla parçaya ayrılan bütünün parçasına göre büyüktür (Horzum, 2019).

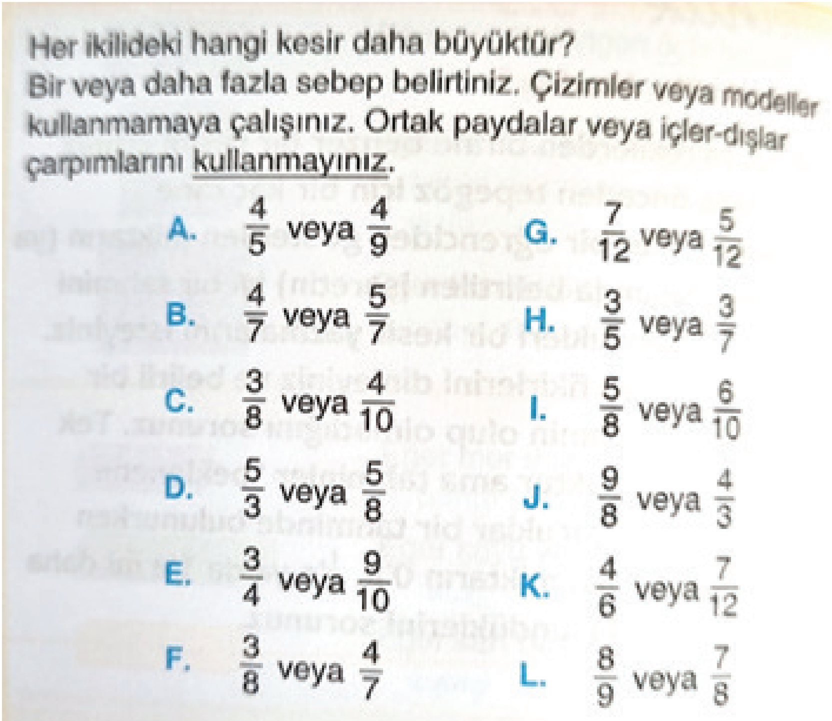
ondalık gösterimlerde sıralama
- Ondalık gösterimlerde sıralamada kesir gösterimlerinden yararlanarak bir sıralama yapılabilir.Ondalık gösterimler sayı doğrusunda belirlerken ise tam kısım ve ondalık kısma bakılarak hangi sayılar arasında olduğu belirlenir ondalık kısım bir basamaklı ise on parçaya, iki basamaklı ise yüz parçaya bölünüp sayı doğrusunda ilerlenir.Ondalık gösterimlerde sıralama yaparken tam ve ondalık kısma bakılır. Tam kısmı büyük olan büyüktür eğer tam kısım eşitse ondalık kısımda büyük olan daha büyüktür (Özçakır, 2019).

yüzdeler
- Yüzdeleri sıralarken yüzde sembolünün yanındaki sayıya bakılır büyük olan sayı daha büyüktür (Sapkaya Aktaş, 2019).

Şekil 19. *MAT 5.1.4 öğrenme çıktısı kapsamında ulaşılması istenen genellemeler*

MAT.5.1.4 öğrenme çıktılarına bakıldığında; kesirlerde karşılaştırma ve öğrencilerin kesirlerle karşılaştırma yapması, varsayımlar oluşturması, genellemelere ulaşması, karşılaştırmaların sembollerle temsili beklenmektedir. Millî Eğitim Bakanlığı'nın yayınladığı 2013 matematik öğretim programında kesirlerle karşılaştırma stratejileri olarak bütüne olan yakınlık, yarımdan büyüklüğüne, küçüklüğüne göre karşılaştırma, yarıma yakınlık, birim kesirleri karşılaştırma ve payda eşitleme stratejileri kullanılabilirken 2018 öğretim programında bu stratejilere denk kesirlerin kullanılması ve öğrencilerin kendi stratejilerini oluşturması beklendiğinin eklendiği görülmüştür. 2024 yılında yayınlanan Maarif Modeli Matematik Öğretim Programında ise kesirlerde karşılaştırmanın ve diğer gösterimlerde karşılaştırma ile ilgili genellemelere öğrencilerin ulaşılması beklenmiş stratejiler hazır olarak programda belirtilmemiştir (MEB, 2013; MEB, 2018; MEB, 2024; Söğüt ve Yazgan, 2018).

Öğrencilerin kesirlerin karşılaştırılması anlamlandırması gereken kavram büyüklük küçüklük kavramıdır. İki birim kesirden paydası büyük olan daha çok parçaya ayrılacağı için bir parçaya düşen miktar, alan daha küçüktür. Kesir kavramının öğretilmesinde kuralların dikte edilip örnek çözülmesi yerine birim kesir – kesir sayısı ve parça bütün ilişkisi üzerinden ilerlemek öğrencilerin kesirlerde karşılaştırma yapmasına temel oluşturacak ve öğrencilerin anlamlandırmasını kolaylaştıracaktır (Baykul, 2020). Kesirlerde karşılaştırma öncesinde öğrencilerin bütün kavramını içselleştirmeleri; karşılaştırma, sıralama ve işlemlerde aynı boyuttaki bütünler üzerinde çalıştıklarının bilincinde olmaları gerekmektedir. Aynı boyuttaki bütünler üzerinde çalışmanın öneminin fark edilmemesi kesirlerde büyüklük – küçüklük ilişkisini belirlerken sezgisel düşünmenin yanlış yönlenmesine, algoritmaların, genellemelerin anlaşılamamasına ve ezbere öğrenmeye yol açabilir. Kesirlerle ilgili öğrencilere belli algoritmaları ezberletmek yerine öğrencilerde büyüklük-küçüklük algısı, tahmin ve kendi stratejilerini oluşturma yollarını denemek önemlidir. Bu şekilde öğrencilerde kesirlerle ilgili sayı duyusu hissi geliştirilebilir ve kavramsal öğrenmenin ilk adımı atılabilir (Horzum,2019). Kesirlerde karşılaştırmada göreceli büyüklük kavramı çok önemlidir. Büyüklükler üzerine düşünmede ilk adımı sağlar.



Her ikilideki hangi kesir daha büyüktür?
Bir veya daha fazla sebep belirtiniz. Çizimler veya modeller kullanmamaya çalışınız. Ortak paydalar veya içler-dışlar çarpımlarını kullanmayınız.

A. $\frac{4}{5}$ veya $\frac{4}{9}$

B. $\frac{4}{7}$ veya $\frac{5}{7}$

C. $\frac{3}{8}$ veya $\frac{4}{10}$

D. $\frac{5}{3}$ veya $\frac{5}{8}$

E. $\frac{3}{4}$ veya $\frac{9}{10}$

F. $\frac{3}{8}$ veya $\frac{4}{7}$

G. $\frac{7}{12}$ veya $\frac{5}{12}$

H. $\frac{3}{5}$ veya $\frac{3}{7}$

I. $\frac{5}{8}$ veya $\frac{6}{10}$

J. $\frac{9}{8}$ veya $\frac{4}{3}$

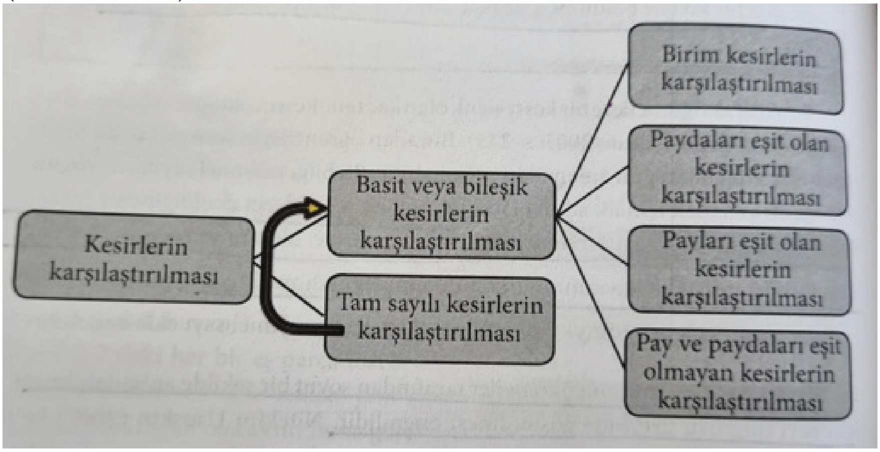
K. $\frac{4}{6}$ veya $\frac{7}{12}$

L. $\frac{8}{9}$ veya $\frac{7}{8}$

Şekil 20. *Kesirlerde karşılaştırma için göreceli büyüklüğü, sayı duyusunu geliştirebilecek etkinlikler (Van de Walle, Karp ve Bay – Williams, 2018)*

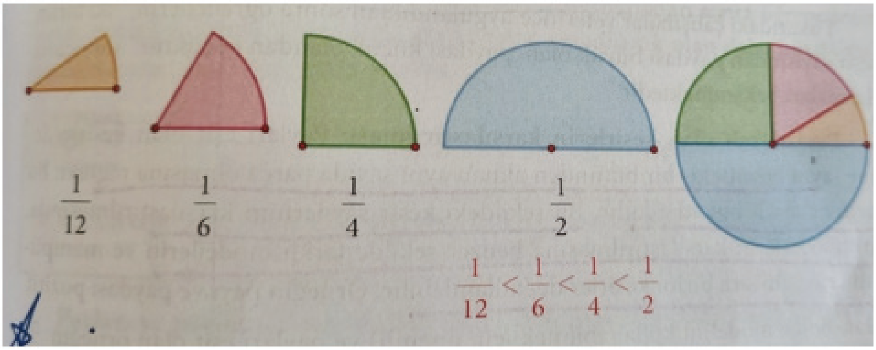
Öğrencilerin bu kesirleri algoritma kullanmadan sayı duyusu ve akıl yürütmeyle karşılaştırmaları istenilebilir. Buna örnek olarak, paydası eşit kesirlerin karşılaştırması için aynı büyüklüğe sahip bütünler eş ve eşit sayıda parçalara ayrılmış ancak birinde daha fazla parça alınmış B ve G örneği verilebilir. Bunu alan modelleriyle somutlaştırarak; Geogebra veya Mathigon gibi dinamik yazılımlarda göstererek somutlaştırabiliriz. A, D ve H ‘de ise az önceki durumdan farklı olarak eş parça alınmış ama eş bütünlerin parçalanma sayısı farklı olduğu için ayrılan parçaların büyüklüğü de farklıdır. Bu, birim kesirlerden temellendirerek görülebilir. Bütün, yarıma göre yorum yapılabilir. Örneğin A şıkkında bir şekil çizecek olursak 4/5 ‘in yarımdan fazla yer kapladığını bütüne yakın olduğu, 4/9 ‘un ise yarımdan daha az yer kapladığı görülebilir. Veya D şıkkındaki gibi bir kesrin birden büyük diğer kesrin birden küçük olması gibi bir durumda 1 referans alınarak karar verebiliriz. Pay ve paydaları farklı ancak bütüne bir birim yakın kesirlerde kalan kısmın büyüklüğüne bakarak karar verebiliriz. Öğrenci bu stratejilerden birini hatta bilişsel düzeyi daha iyiyse birkaçını kullanarak karar verebilir. Bu stratejileri seçerken kesir çiftlerimiz adım adım belli bir düzende seçilerek verilirse daha iyi bir öğrenme ortamı oluşturur ve öğrenmeyi olumlu yönde destekleyebiliriz (Van de Walle, Karp ve Bay-Williams, 2018). Alanyazındaki farklı kaynaklardan referans noktalarının strateji olarak kullanımına bakarsak referans noktalarının seçiminde üç farklı seçim yapılabilir. Bunlardan ilki yarım ve çeyrek gibi en çok karşılaştığımız ve en çok kullandığımız kesirleri referans noktası olarak kullanmak (Van de Walle, Karp ve Bay – Williams, 2018), karşılaştırılan kesirleri bütüne tamamlayan kesirleri incelemek (Petit, Laird ve Marsden, 2010) ve son olarak kesirlerin içindeki bütünü incelemektir (Whitacre & Nickerson, 2016).

Kesirlerle karşılaştırma ve sıralama yapmak için öncelikle bilinen ve daha basit kesirlerden başlamamız gerekir. Örneğin önce birim kesirlerin karşılaştırılması, daha sonra basit kesirlerin karşılaştırılması daha sonra bileşik ve tam sayılı kesirlerin karşılaştırılması gibi. Bu sıra için birim kesirlerin karşılaştırılması, paydaları eşit kesirlerin karşılaştırılması, payları eşit olan kesirlerin karşılaştırılması, pay ve paydaları eşit olmayan kesirlerin karşılaştırılması izlenebilir. Ancak karşılaştırmada esas olanın aynı büyüklükteki bütünler üzerinden parça – bütün esaslı olduğu unutulmamalıdır. (Horzum,2019)



Şekil 21. *Kesirlerin karşılaştırılması (Ertekin ve Ünlü, 2019)*

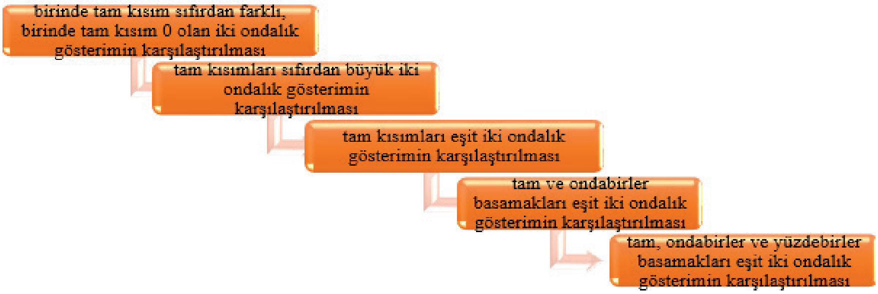
Kesirleri karşılaştırırken ilk öğrenilen kavram birim kesirlerin karşılaştırılması olmaktadır. Öğrencilerin doğal sayı ve tam sayılardan kalma bir inancı olarak öğrenciler paydası büyük olan birim kesrin daha büyük olduğunu düşünmektedirler. Böyle bir düşünceyi somut bir şekilde alan modelleri ve dinamik yazılımlarla öğrenciye göstererek düşünmesini ve çıkarım yapmasını sağlayabiliriz. Aynı zamanda burada eş büyüklükteki bütün kavramı da çok önemlidir. Öğrencilere birim olsa dahi eş büyüklükte bütün olmadığında karşılaştıramayacağımızla ilgili eş olmayan iki bütün üzerinden birer parça alarak modellemesini de vererek düşünmesini ve fikir yürütmesine yardımcı olabiliriz. Ayrıca sadece alan modelleri değil sayı doğrusu gibi daha üstbilişsel modelleri kullanarak da öğrencinin farklı temsiller üzerinden kesirleri karşılaştırmasını sağlayabilir, fikirlerini güçlendirebiliriz (Horzum, 2019).



Şekil 22. *Birim kesirlerin karşılaştırılması (Horzum, 2019)*

Payları eşit olan kesirleri anlatırken birim kesirlerden yararlanabiliriz. Eş bütünlerden alınan parçaların birinin farklı boyutta olduğu modellerle vurgulanabilir. Paydaları eşit olan kesirlerde bütünün eş parça sayısı ve parçaların boyutu aynıdır. Alınan miktarın farklı olduğu alan, sayı doğrusu modelleriyle gösterilebilir. Pay ve paydaları farklı olan kesirlerde ise referans noktası belirleme 0,1/2,1'e yakınlık uzaklık stratejisi kullanılabileceği gibi okullarımızda da en fazla kullanılan yöntem olan kesirlerin denkliği kavramından yararlanarak eş bütünler haline getirme kullanılabilir. Bu yöntem kullanılırken paydaları eşitle, içler dışlar çarpı yap gibi işlemsel kavrama üzerinden değil de kesirlerin denkliği ve eş bütün oluşturma üzerine kavramsal anlama şeklinde pay ve paydası eşit olmayan kesirlerde karşılaştırma yapılandırılabilir. Denk kesirler oluştururken de iki duruma dikkat edilmelidir. Bunlar; paydası diğerinin katı olan durum ve paydası diğerinin katı olmayan durumdur. Denklikten yararlanmak için sadeleştirme ve genişletmenin rahatlıkla yapılabildiği pay veya paydası diğerinin katı olan durumlardan başlamak gerekir. Paydaların ilişkisiz olduğu durumlarda ise ortak-eş sayıda eş büyüklükte parçalara ayrılan bir bütün oluşturma gereksinimi hissettirilebilir. Bunun içinde daha bilinen kesirlerden başlamak daha uygun olacaktır. Örneğin ¼ kesri ile $^1/_8$ kesrini ortak payda oluşturarak öğrencilerin karşılaştırmasını isteyebiliriz. Bu karşılaştırma yapılırken kesir şeritleri kullanımı öğrencilerin zihinlerindeki yapının daha kolay genişletilmesini sağlayabilir. ''Bu karşılaştırmayı yapabilmek için şeritleri kaç parçaya bölebiliriz?'', ''Bölünmesi gereken eş parça sayılarından en küçüğü ne olabilir?'', ''Sayı doğrusunda nasıl gösterebiliriz?'' soruları öğrencilere rehber olma amacıyla kullanılabilir.

Öğrenciler, kesirlerde karşılaştırmada yaparken; iki kesirden rakamları büyük olan kesrin diğer kesirden daha büyük olduğunu düşünebilir. Bu düşünce öğrencinin tam sayılardaki tam sayının temsil ettiği miktar sayının büyüklüğü ile aynı oranda artar ya da azalır düşüncesinin aşırı genelleme yaparak kesirlere uygulanmasıyla açığa çıkabilir. Bu yanılgı için eş değerli kesirler olan denk kesirlerin somut gösteriminden yararlanılabilir. Ondalık gösterimlerde sıralama ve karşılaştırma için öğrencilerin kesir, kesir-ondalık gösterim arasındaki ilişki, ondalık gösterimde basamak değerleri, kesirlerde karşılaştırma ve sıralama kavramlarının iyi yapılanmış olması amaçlanır. Ondalık gösterimlerin öğretimi sırasında okunuşlarının vurgulanması, kesirlerle ilişkisinden faydalanılması, kesirlerdeki büyüklük küçüklük kavramından ondalık gösterimleri inşa etmeleri sağlanabilir. Öncelikle öğrencilerin bildiği kesirlerden yararlanılıp sayı doğrusu üzerinde büyüklük-küçüklük tartışmaları yürütülebilir (Özçakır, 2019). Ondalık gösterimlerin karşılaştırılmasında öğretim için aşağıdaki adımlar izlenebilir (Baykul, 2020).



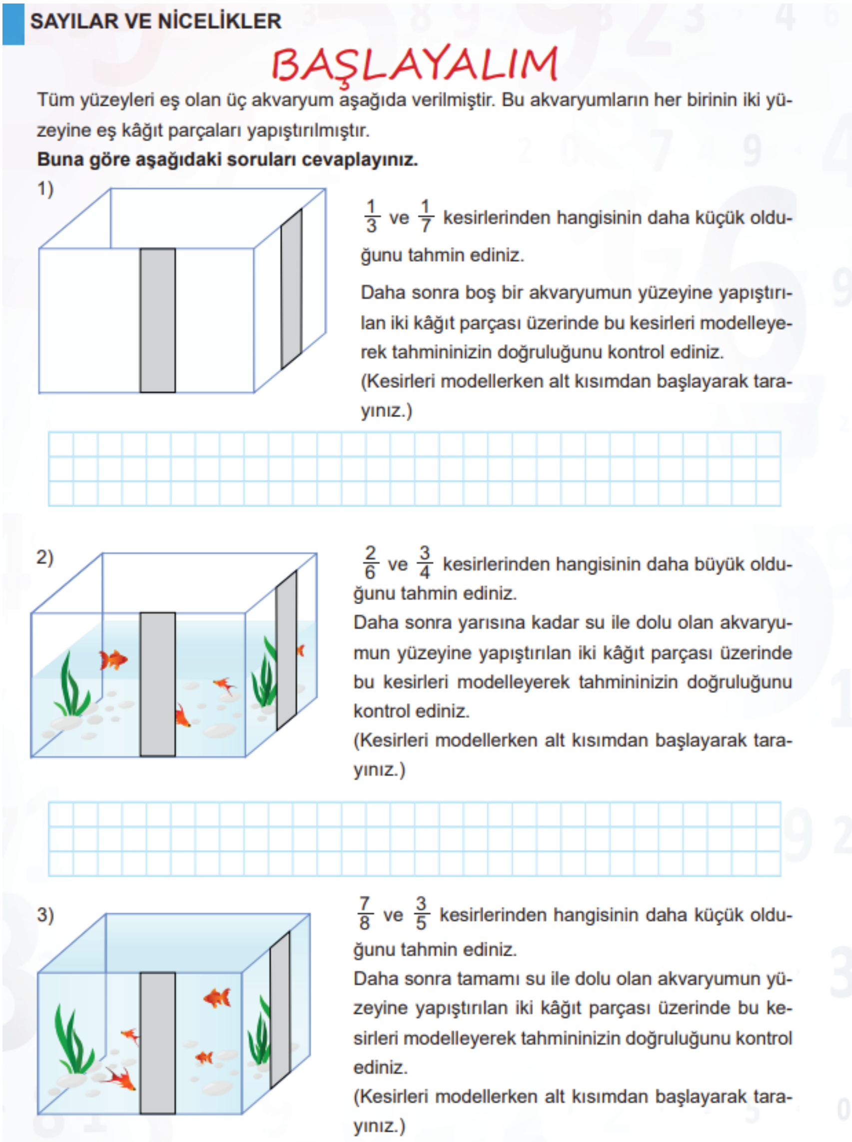
Şekil 23. *Ondalık gösterimlerin karşılaştırılmasının öğretiminde izlenebilecek bir yol (Baykul, 2020)*

Ondalık gösterimlerde sıralama ve karşılaştırma yaparken öğrenciler uzun olan sayının daha büyük olduğunu veya basamak sayısı çoğaldıkça sayının daha çok küçüldüğünü düşünebilirler. Bu kavram yanılgısı öğrencilerin basamak değeri kavramının ondalık gösterimde anlamlandırırken yanlış ya da eksik kavranması sonucunda oluşabilir. Öğrencilerin ondalık işaretini unutarak basamak değerinin farkına varmadan düşündükleri görülmüştür (Özçakır,2019). Öğrencilerin ondalık gösterimin paydası 10 ve 10'un kuvvetleri olan kesirlerin farklı bir temsili olduğunu anlayamamasından dolayı öğrencilere 2,62 ve 2,621 ondalık gösterimlerini karşılaştırmasını istediğimizde öğrencinin iki sayıyı kıyaslamak için 2,62 sayısında binde birler basamağına 0 eklemesi gerektiğini ve neden 0 eklediğini anlaması sorun olabiliyor (Arslan ve Ubuz,2009).

Kesirler, ondalık gösterim ve yüzdelerin karşılaştırılmasıyla ilgili alanyazındaki çalışmalara baktığımızda Söğüt ve Yazgan (2018) öğrencilerin kesirleri karşılaştırırken kullandığı referans noktaları stratejisiyle ilgili 7. Sınıflarla yaptığı çalışmasında kesirlerin karşılaştırılmasında pay ve payda arasındaki farkın aynı olduğu durumlarda öğrencilerin ezbere çözüm yaparak payı büyük olanın daha büyük bir kesir olduğu düşüncesi gösterdiğine, kesirleri karşılaştırmada genel olarak payda eşitleme, şekil çizme, sayı doğrusu çizme, ondalık gösterime dönüştürme stratejilerini gösterdiğine ancak referans noktası kullanma stratejisi kullanmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Behr ve diğerleri (1984) çalışmalarında kesirlerin karşılaştırılması için sadece payın kullanımı, sadece paydanın kullanımı, referans noktası kullanımı, manipülatif kullanımı, tam sayı basamakları stratejilerinin kullanılabileceğini belirtmişlerdir (Behr ve diğerleri, 1984). Bray ve Sanchez (2010) öğrencilerin payda eşitleme stratejisini kavramada sorun olduğunu ve nadiren anladıklarını mantıksal strateji kullanımının ise kesirleri karşılaştırma becerilerin yapılanmasında daha sonra da rasyonel sayıların öğrenmesinde olumlu katkı sağlayacağını gözlemlemiştir (Bray ve Sanchez, 2010).

Kılıç ve Özdaş (2010) 9 5. Sınıf öğrencisiyle yaptığı durum çalışmasında karşılaştırma yapmayı gerektiren problemlerde öğrencilerin kullandığı temsilleri klinik görüşmeyle incelemişlerdir. Kullandıkları problemlerde paydaları eşit, birbirine denk kesirler ve birim kesirleri karşılaştırmalarını istemişlerdir. Öğrencilerin çözümde problemi anlamada kendince yorumlamaya yöneldikleri problemi kendi cümleleriyle ifade ettikleri, çözüm yaparken konuşma diliyle ifade ettiklerini alan modeli ve şekiller kullandıklarını görmüşlerdir.

Kesirlerde karşılaştırma ve kesirlerin farklı gösterimlerin karşılaştırılması ile ilgili olarak öğretim ve alanyazındaki çalışmaları inceledik şimdi Millî Eğitim Bakanlığının 2024-2025 eğitim öğretim yılı 5.sınıf Matematik dersi için öğrencilere dağıtılan ders kitabı ve maarif modelinin öğrenme çıktılarında ders kitabında uygulanışını inceleyelim.


SAYILAR VE NİCELİKLER

BAŞLAYALIM

Tüm yüzeyleri eş olan üç akvaryum aşağıda verilmiştir. Bu akvaryumların her birinin iki yüzeyine eş kâğıt parçaları yapıştırılmıştır.

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1) $\frac{1}{3}$ ve $\frac{1}{7}$ kesirlerinden hangisinin daha küçük olduğunu tahmin ediniz.

Daha sonra boş bir akvaryumun yüzeyine yapıştırılan iki kâğıt parçası üzerinde bu kesirleri modelleyerek tahmininizin doğruluğunu kontrol ediniz.

(Kesirleri modellerken alt kısımdan başlayarak tarayınız.)

2) $\frac{2}{6}$ ve $\frac{3}{4}$ kesirlerinden hangisinin daha büyük olduğunu tahmin ediniz.

Daha sonra yarısına kadar su ile dolu olan akvaryumun yüzeyine yapıştırılan iki kâğıt parçası üzerinde bu kesirleri modelleyerek tahmininizin doğruluğunu kontrol ediniz.

(Kesirleri modellerken alt kısımdan başlayarak tarayınız.)

3) $\frac{7}{8}$ ve $\frac{3}{5}$ kesirlerinden hangisinin daha küçük olduğunu tahmin ediniz.

Daha sonra tamamı su ile dolu olan akvaryumun yüzeyine yapıştırılan iki kâğıt parçası üzerinde bu kesirleri modelleyerek tahmininizin doğruluğunu kontrol ediniz.

(Kesirleri modellerken alt kısımdan başlayarak tarayınız.)

Şekil 24. *Matematik Ders Kitabı "Başlayalım " Etkinliği (MEB, 2024)*

Sayfa 34 'te kesirlerin karşılaştırılmasına 0, 1/2 ve 1'e yakınlığıyla başlanmış. Kesirlerin karşılaştırılması için öğrencinin bütün, birim kesir ve kesir sayısı kavramlarının farkında olması gerekir (Horzum, 2019). Bu yüzden 0,1/2 ve 1 kesirlerin bütünle ilişkisini görmek için doğru bir yol olarak düşünülebilir ancak verilen akvaryum bağlamı bu ilişkinin öğrencide anlamlandırılmasına engel olabilir. Ayrıca öğrencinin üç boyutta düşünmesi öğrenciyi karşılaştırma ve göreceli büyüklük kavramlarından uzaklaştırarak bilişsel bir yük getirebilir, odaklanılması gereken kavramdan uzaklaştırabilir. Referans noktası bakıldığında kesirlerle karşılaştırmak ve sayı hissini geliştirmek için iyi bir başlangıç olarak düşünülebilir çünkü bünyesinde yarım-çeyrek kavramlarına göre karşılaştırma, içerdiği bütün miktarına göre karşılaştırma ve bütüne tamamlayan sayıları karşılaştırmayı içerir (Söğüt ve Yazgan, 2018). Burada da referans noktasının 0, yarım ve bütünle ilişkisi kurulmak istenmiş. Ancak verilen etkinlikte akvaryumun üzerinde kesir işaretlemesi ve bunun içindeki su ile ilişkilendirilmesi öğrencinin günlük hayatında sürekli gördüğü ya da daha geniş düşünürsek tüm öğrencilerin bilgilerini geliştirip bir problem çözücü olarak yetişmesini sağlayacak bir problem durumu olmayabilir. Gerçek dünyayla nasıl ilişkilendirebilir, öğrencinin zihninde kavramın yapılandırmasını nasıl sağlayabiliriz? Öğrenme çıktılarında öğrencinin kesirlerin karşılaştırılmasında varsayımda bulunmasını istiyor. Varsayım için birden çok çözüm yolu öğrenciye sunulabilmeli ki öğrenci bu seçeneklerin arasından kendi hipotezini kursun ve deneyimlesin. Yani soru maarif modelinin kendi öğrenme çıktılarıyla da çelişkiye düşebilir. Öğrenciye paylaşım merkezli bir soru sorulabilir bu paylaşım TÜİK'ten alınan verilerle olabilir. Örneğin Türkiye'nin ithalat ve ihracat değerleri incelenebilir. İhraç edilen ve ithal alınan ürünlerin diğer ürünlere göre karşılaştırması istenebilir ve bu kesir dilimini azaltmak / artırmak için planlamalar yapan bir planlayıcı – ekonomist rolü verilebilir. Hangi planlamalar yapılırsa ithalatımızı artırabilir, ihracatımızı azaltabiliriz? Bunun için sadece dış ticaret yeterli mi Türkiye'nin coğrafyasını kullanırsak bu değerler nasıl değişir gibi sorularla hem kesir – bütün ilişkisini yakalayarak karşılaştırabilir hem de Türkiye ile ilgili güncel durumlar hakkında geleceğin yöneticilerinden planlayıcılarından fikir alabilir ve problem çözme becerisini geliştirebiliriz. Bu şekilde öğrenci varsayım oluşturur, genellemeler yapar grafikler üzerinde kesirleri temsillerle ilişkilendirir ve varsayımını gerekçeleriyle açıklayabilir.

4.TEMA

Kesirleri Karşılaştırma

Etkinlik 1 **Anket Çalışması**

Sınıfınızdaki arkadaşlarınıza, "En çok sevdiğiniz spor dalı hangisidir?" şeklinde bir soru yönelterek bir anket çalışması yapınız.

1 **Araştırma sonuçlarını aşağıdaki sıklık tablosunda gösteriniz.**

Spor Dalı						
Öğrenci Sayısı						

2 **Her bir spor dalını seven öğrenci sayısının sınıf mevcudunun kaçta kaçı olduğunu belirleyiniz.**

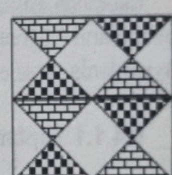
3 **Belirlediğiniz kesirleri karşılaştırarak sınıfınızda en çok sevilen spor dalını belirleyiniz.**

Şekil 25. *Matematik Ders Kitabı Anket Çalışması Etkinliği (MEB,2024)*

Sayfa 35 ‘te verilen anket çalışmasına baktığımızda ‘’Anket bağlamında nasıl bir parça bütün ilişkisiyle başlayabiliriz?” sorusunu kendimize sormamız lazım. Çünkü tabloda spor dalı ve öğrenci sayısı için bir parça bütün ilişkisi kurulamayabilir. Sayılarını karşılaştırmak için kullanılsa dahi ki bu da oran kavramına daha çok uyar kesirler manasından öğrencileri uzaklaştırabilir. Kesirlerle karşılaştırmaya başlarken bu şekilde bir bağlam kullanmak yerine kesirlerle ilgili sayı duyusunu güçlendirecek sanal manipülatif ve alan temsillerine dayalı bağlamları bulunan (örneğin pizza dilimi paylaşımı gibi ya da daha güncel bir sorun olan Türkiye’de tarımsal üretimin dağılımının kesirsel ifadesi verilebilir) örnekler verilebilir. Örneğin öğrencilerde hem parça bütün ilişkisini güçlendirecek hem de birim kesirlerle karşılaştırmayla temel atılacak beyin fırtınası destekli şöyle bir etkinlik kullanılabilir:

Kardeşin haklı olması için, karpuzun eş parçalara bölünmemiş olması ve benim aldığım parçanın diğerlerinden daha büyük olması gerekir. Bu nedenle, “Parçaları eş bölmedin, kendine büyük parçayı aldın.” demesi beklenir.

2. Bir desinatör, kare biçimindeki bir alanı Şekil 9.17’deki gibi eş parçalara böldü, parçaları ve biçimindeki desenlerle süsledi. Bu desinatörün kullandığı her bir şeklin büyük kare içinde kapladığı alanların oranları arasındaki ilişki nedir, bu ilişkinin yazılmasını isteyiniz.



Şekil 9.17

Etkinlik 9.7: Ağabeyimin Soruları

1. Aşağıdaki durumun verilmesi, sorunun cevaplandırılması:

Ağabeyim bana ilginç sorular sorar. Bir keresinde şu soruyu sordu:

Biz iki kardeş karpuzu çok severiz. Babamın aldığı karpuzu 4 dilime böldüm, evdeki herkese birer parça verdim. Kardeşimle aramızda aşağıdaki konuşma geçti:

Kardeşim: Sen karpuzun çoğunu aldın, haksızlık ettin.

Ben: Olur mu? Karpuzu 4'e böldüm, herkese birer parça verdim. Ben de bir parça aldım. Her birimiz karpuzun $\frac{1}{4}$'ünü aldık.

Kardeşim: ...

Kardeşin haklı olduğunu kabul ederek yukarıdaki cümleyi öğrencilerden tamamlamalarının isteyiniz.

Şekil 26. *Etkinlik örneği (Baykul, 2009)*

Örnek 2

Haydar Bey'in çiftliğinde ülkemize ait dört farklı renkte büyükbaş hayvan bulunmaktadır. Çiftlikteki büyükbaş hayvanların rengi ve toplam sayısı aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo: Renklerine Göre Çiftlikteki Büyükbaş Hayvan Sayıları

Renk	Boz	Kara	Doğu Anadolu Kırmızısı	Güney Anadolu Kırmızısı
Toplam Sayı	16	18	22	11

Haydar Bey, büyükbaş hayvanların her bir renginden beş adet satmıştır.

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1) Büyükbaş hayvanların rengine göre satış sayısının aynı renkteki toplam hayvan sayısına göre kesir gösterimini yazınız.

2) Satılan boz ve Güney Anadolu kırmızısı renkli büyükbaş hayvanlar için belirlediğiniz kesir gösterimlerini karşılaştırarak büyük olanı belirleyiniz.

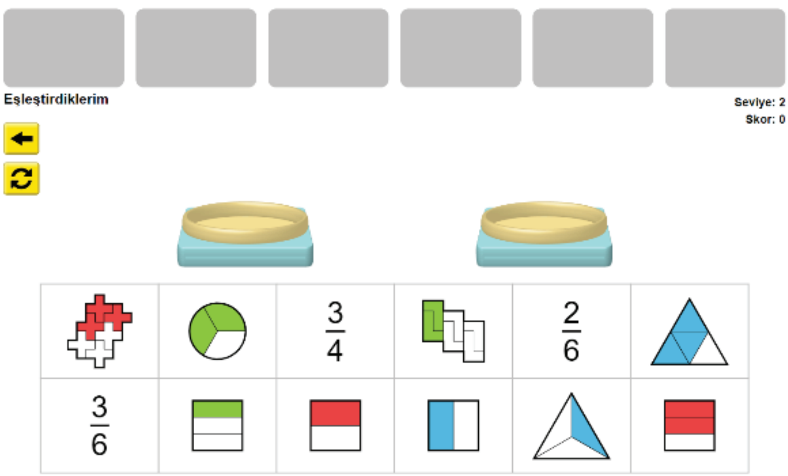
3) Satılan kara ve Doğu Anadolu kırmızısı renkli büyükbaş hayvanlar için belirlediğiniz kesir gösterimlerini karşılaştırarak büyük olanı belirleyiniz.

4) Satılan her bir renkteki büyükbaş hayvan için belirlediğiniz kesir gösterimlerinden en büyük ve en küçük olanını yazınız.

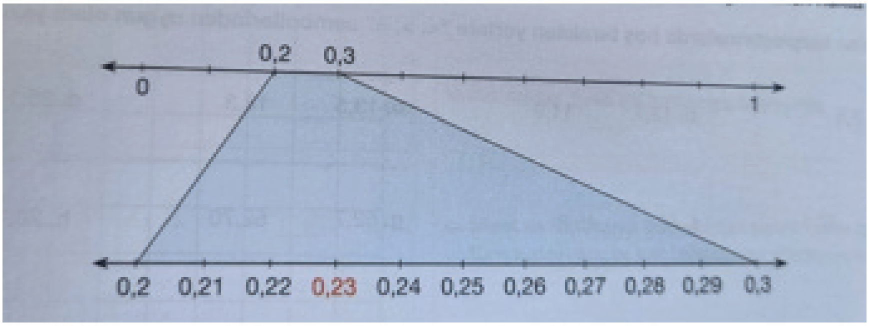
Şekil 27. *Ders kitabı sayfa 39, 2. Örnek (MEB, 2024)*

Sayfa 39 'da çiftlik bağlamından yola çıkılmış. Ancak sorun şu ki çoğu öğrenci şehirde yaşamakta ve çiftlik hayatıyla arası yok seviyede. Ayrıca hayvancılık yapan herhangi bir vatandaşımızın hayvanları renklerine göre değil de verimine göre önem verdiğini biliyoruz. Dolayısıyla bu bağlamın öğrenciler için pek ilgi çekici bir bağlam olmadığını söyleyebiliriz. Ayrıca yine öğrenciyi varsayıma yönlendiren, temsil becerisini kullanabileceği, genelleme yapabileceği sorular bulunmamakta. Bu sorular ancak uygulama düzeyine çıkarmaktadır öğrenciyi. Yukarıdaki etkinlikte de belirttiğim gibi öğrencinin günlük hayatta kullanabileceği, haberlerde duyabileceği ayrıca ulusal ve küresel düzeyde de sorunlarla ilgilenip problem çözücü olarak yetişebileceği modelleme etkinlikleri şeklinde etkinliklerle çalışılırsa istenen öğrenme çıktılarına ulaşabilir.

Diğer örneklerde de görüldüğü üzere pay ve paydaların eşit olduğu durumlarda örneklere odaklanılmış. Bu sorularda evet az da olsa öğrenci varsayım yapabilir. Ancak karşılaştırmaların daha çok görsellikle yani alan modelleriyle, sayı doğrularıyla donatılabilir.

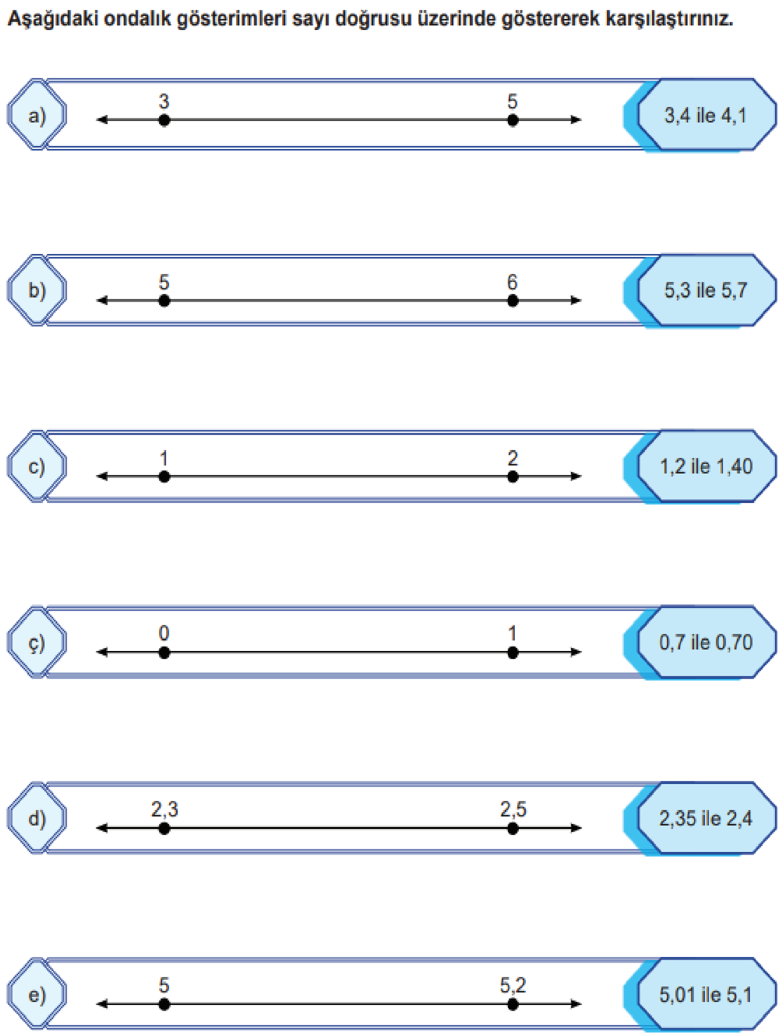


Şekil 28. *PhET sitesinden denk kesirlerle ilgili bir örnek* (https://phet.colorado.edu/sims/html/fractions-equality/latest/fractions-equality_all.html?locale=tr)



Yukarıda denk kesirler için verilen PhET uygulamasından bir örnek görüyoruz. Bu uygulamada farklı şekillerde bütünlerde var. Bu uygulamanın benzeri kesirleri karşılaştırmak için de kullanılabilir. Yani öğrenci ne kadar çok farklı temsili zihninde anlamlandırırsa kavramı yapılandırması o kadar iyi olur.

Şekil 29. *Matematik Ders Kitabı Örnek 3 (MEB, 2024)*



Sayfa 41 de ondalık gösterimlerin sayı doğrusunda gösterimi ile ilgili çalışma verilmiş. Bu çalışma öncesinde öğrenciye iki ondalık sayı arasında kalan ondalık sayıları gösteren şu şekilde bir örnek verilebilir.

Şekil 29. *Ondalık gösterimde ardışık birimlerin bölünmesi örneği (Hız Yayınları, 2024)*

Ondalık gösterimlerde öğretime başlarken doğal sayılardaki basamak değeri kavramını temel alarak ondalık basamak değerlerini geliştirmek öğrencilerin zihninde anlamlandırması açısından iyi olacağından iki basamak arasındaki “10’ a 1 ilişkisi” ondalık basamakların kavranmasındaki ilk adım olduğundan ilk kısımda bahsetmiştik. Hem geçmişte ondalık gösterimlerin anlamlandırılması hem de ondalık gösterimde basamak değerleri ile ilgili yapılan hatalar ondalık gösterimde sıralamada da yanlışlar doğurabilir. Ondalık gösterimlerle ilgili çok fazla yapılan kavram yanılgısı olan basamak sayısı fazla olan ondalık gösterim diğer gösterimden büyüktür ifadesini engelleyebilir ayrıca onda bir ifadesi ve yüzde bir ifadesi arasındaki ilişkiyi açıkça görmesini sağlayabiliriz (Van de Walle, Karp ve Bay – Williams, 2018). Bu örneklerden sonra sayfa 41 de bulunan sayı doğrusu etkinliği öğrencilerin zihninde tam anlamıyla anlam kazanabilir.

Sayfa 43 ve 44 ‘te yüzdelik gösterimlerin karşılaştırılması verilmiş. Yüzdelik gösterimler kesir- ondalık – gösterim ve yüzdelik gösterim arasındaki ilişki anlamlandırılırsa yüzdelerle karşılaştırma öğrencilere basit gelebilir.

Örnek 6

Aşağıdaki kesirleri karşılaştırarak noktalı yerlere "<", ">" ve "=" sembollerinden uygun olanı yazınız.

$\frac{8}{5}$ .... $2\frac{1}{6}$	1,3 .... $\frac{7}{5}$
$3\frac{1}{5}$ .... $\frac{15}{4}$	$\frac{4}{5}$ 0,91
$2\frac{1}{7}$ .... $\frac{15}{7}$	$\frac{4}{25}$ 0,12
$\frac{7}{15}$ .... $\frac{11}{15}$	%85 .... %81
$\frac{13}{17}$ .... $\frac{11}{17}$	%19 .... %21
$\frac{5}{8}$ .... $\frac{5}{12}$	%41 0,4
$\frac{14}{5}$ .... $\frac{14}{9}$	0,57 .... %48
$\frac{18}{50}$ .... %36	0,75 0,62
$\frac{11}{20}$ .... %56	0,8 0,80
%27 .... $\frac{3}{10}$	1,4 1,32

Şekil 30. *Matematik Ders Kitabı Örnek 6 (MEB, 2024)*

Sayfa 45 'te verilen örneklerde farklı temsillerin birlikte karşılaştırılması verilmiş. Bu kavrama düzeyinde bir alıştırmadır. Ayrıca bundan önce kesirler kendi aralarında, ondalık gösterimler kendi aralarında ve yüzdeler kendi aralarında karşılaştırılmış. Bu çalışma öncesi 3 farklı gösterime de hitap eden daha yapılandırıcı bir etkinlik verilip öğrencilerin gruplar halinde hangi gösterimi seçtiği tartışılabilirdi böylece öğrenciler farklı gösterimler için varsayımda bulunup kendi seçimlerini yapabilirler ve grup içi ve guruplar arası tartışma yapılarak gerekçelerini savunabilirler iletişim ve dili kullanma becerilerini geliştirebilirler. Bu şekilde öğrenme çıktılarına uygun bir öğrenme ortamı yapılandırılabilir. Bu şekilde bir örnek bu alıştırmalardan sonra daha basit şekliyle sayfa 47 ve 48'de verilmiş.

Sayfa 46 'da verilen örnek 7 'de tanılayıcı dallanmış ağaç kullanılarak yüzdeler ve yüzdeler içine harmanlanarak ondalık gösterim verilmiş. Tanılayıcı dallanmış ağaç süreç değerlendirmeye uygun bir değerlendirme aracı olduğu için kullanımı gayet başarılı olabilir. Sayfa 52 'de başlayan ölçme ve değerlendirme sorularına baktığımızda ise özellikle 3,4 ve 5. Soruların verilen kavramların daha üst düzey düşünülerek yapılandırılmasını sağlayan, analiz etmeyi gerektiren sorulara yer verilmiş.

Genel olarak bakıldığında ise ders kitabındaki örneklerin öğrenme çıktılarıyla uyumunun çok fazla olmadığını verilen soruların bağlamsal olarak öğrencilerin ilgi düzeyinde olmadığını, örneklerin varsayımda bulunma ve çıkarım yapmadan çok alıştırma, bilgi ve kavrama düzeyli sorular olduğunu görmekteyiz. Öğrenme çıktılarıyla anlamlı bir öğrenme ortamı yaratmak için öğrencilerin günlük hayatta aşina oldukları bağlamlar, Türkiye ve dünyadaki güncel sorunlar, farkındalık yaratacak bağlamlar kullanılarak matematiksel modelleme tarzı etkinlikler öğrenme çıktılarına daha hitap edecek ve öğrencilerden istenen becerilerin geliştirilmesi sağlanacaktır. Ayrıca öğrencilerin temsil gücünü geliştirecek olabildiğince donanım temin edilebilir, bilişim odalarından destekler alınarak teknolojik yazılımlar üzerinde konular tartışılabilir.

KAYNAKLAR

Baran, B. (2024). *Ortaokul öğrencilerinin kesirlerde temsiller arası dönüşüm yapabilme yeterlik düzeylerinin incelenmesi.* Master's thesis, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi-Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırşehir

Baykul, Y. (2009). *Ortaokulda matematik öğretimi*. Ankara, Pegem Akademi.

Behr, M. J., Wachsmuth, I., Post, T. R., & Lesh, R. (1984). Order and equivalence of rational numbers: A clinical teaching experiment. *Journal for research in mathematics education*, *15*(5), 323-341.

Biber, A. Ç., Tuna, A., Dağdelen, İ. (2019). Kesirleri ondalık sayılara dönüştürmede öğrencilerin yaşadıkları zorluklar. *The Journal of International Educational Sciences, 6(19), 01-15. http://dx.doi.org/10.16991/INESJOURNAL.1606*

Bingölbali, E., Özmantar, M.F. (2009). *Matematiksel zorluklar ve çözüm önerileri.* Ankara, Pegem Akademi.

Bray, W. S., & Abreu-Sanchez, L. (2010). Using number sense to compare fractions. *Teaching Children Mathematics*, *17*(2), 90-97

Çöplü, F., & Yenilmez, K. (2022). Yedinci sınıf öğrencilerinin ondalık gösterimler konusundaki hatalarının incelenmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Eğitim Dergisi,* 7(2), 1-28.

Divrik, R., & Pilten, P. (2021). Analysis of the Primary School 3rd Graders' Errors on Fractional Numbers in Terms of the Unit Fraction, Symbol, and Model. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, *7*(1), 62-73.

Erdem, E., Özçelik, A., & Gürbüz, R. (2018). 7. Sınıf öğrencilerinin yüzdeler konusunda yaşadıkları zorluklar ve çözüm önerileri. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 19(3), 638-653. https://doi.org/10.17679/inuefd.345749

Ertekin, E., Ünlü, M. (2019). *Kuramdan uygulamaya etkinlik örnekleriyle sayıların öğretimi.* Ankara, Pegem Akademi.

Hız Yayınları, (2004). Hibrit 5. sınıf konu anlatımlı etkinlikli soru bankası. Ankara

Horzum, T. (2019). *Kesir Kavramı ve Öğretimi*. İçinde Ertekin E., & Ünlü, M. (editörler) (2019). *Kuramdan Uygulamaya Etkinlik Örnekleriyle Sayıların Öğretimi*. Pegem Akademi

Kılıç, Ç., & Özdaş, A. (2010). İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinin kesirlerde karşılaştırma ve sıralama yapmayı gerektiren sorunların çözümlerinde kullandıkları temsiller. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 18(2), 513-530.

Kurt, (2006). *Ortaokul öğrencilerinin kesir gösterimleri arasında çeviri yapma becerileri*,Yüksek Lisans tezi, Fen Bilimleri Uzmanı, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara

Küçükbardakcı, Ö. E. (2022). *Ortaokul 5, 6, 7 ve 8. Sinif Ders Kitaplarinin Sayi Hissi ve Bileşenleri Yönünden Incelenmesi*,(Master's thesis, Necmettin Erbakan University (Turkey))

MEB, (2024). 5. Sınıf Matematik Ders Kitabı (2. Kitap). https://tymm.meb.gov.tr/upload/kitap/tegm/matematik_5_2.pdf

MEB, (2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Ortaokul Matematik Programı https://tymm.meb.gov.tr/7/unite/449

MEB, 2018. *Matematik Dersi Öğretim Programı.* https://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201813017165445-MATEMATİK%20ÖĞRETİM%20PROGRAMI%202018v.pdf

Mumcu, H. Y. (2015). 6-8. Sınıf öğrencilerinin ondalık kesirlerle ilgili sahip oldukları kavram yanılgıları ve nedenleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (24), 294-338.

Özçakır, B. (2019). *Ondalık Gösterim Kavramı ve Öğretimi.* İçinde Ertekin E., & Ünlü, M. (editörler) (2019). *Kuramdan Uygulamaya Etkinlik Örnekleriyle Sayıların Öğretimi.* Pegem Akademi

Pesen, C. (2008). Kesirlerin sayı doğrusu üzerindeki gösteriminde öğrencilerin öğrenme güçlükleri ve kavram yanılgıları. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *9*(15), 157-168.

Tabak, H., Ahi, B., Bozdemir, H., & Sarı, M. H. (2010). İlköğretim 4. ve 5. Sınıf öğrencilerinin matematik dersinde kesirleri modelleme becerileri. *Education Sciences*, *5*(4), 1513-1522.

Toluk-Uçar, Z. (2020). Kesirler, rasyonel sayılar ve reel sayılar. Matematiğin Temelleri. Pegem Akademi: Ankara.

Van De Walle, J.A.,, Karp & K.S.,,Bay Williams, J.M. (2018). *İlkokul ve ortaokul matematiği*, (S.Durmuş, çev.) Ankara, Nobel Yayıncılık.

Yapar Söğüt, G., & Yazgan, Y. (2018). 7. sınıf öğrencilerinin kesirleri karşılaştırırken kullandıkları referans noktası stratejileri. *Kastamonu Education Journal*, 26(3), 823-833. https://doi.org/10.24106/kefdergi.413380

Yılmaz, Z., & Yenilmez, K. (2008). İlköğretim 7. ve 8. Sınıf öğrencilerinin ondalık sayılar konusundaki kavram yanılgıları. (UŞAK İLİ ÖRNEĞİ). *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *8*(1), 269-289.

Bölüm 2

TERS YÜZ ÖĞRENME MODELİNİN OYUNLAŞTIRMA YÖNTEMİ İLE UYGULANMASININ 10. SINIF ÖĞRENCİLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Bekir Fazlı[1]

Hasan Ünal[2]

1 Bekir Fazlı, Öğretmen, Millî Eğitim Bakanlığı, ORCID ID: 0000-0002-1811-6314
2 Hasan Ünal, Prof. Dr., ORCID ID: 0000-0002-4661-111X

ÖZET

Bu araştırmada 10. sınıf öğrencilerine uygulanan "İkinci Dereceden Bir Bilinmeyenli Denklemler" konusunun öğretiminde Ters Yüz Öğrenme Modeli (TYÖM) ile Oyunlaştırılmış TYÖM'nin akademik başarı, matematik motivasyonu ve öz düzenlemeli öğrenme becerileri değişkenleri açısından karşılaştırılması yapılmıştır. Araştırma nicel yöntemlerden ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desenle gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda TYÖM, oyunlaştırma yöntemiyle birlikte uygulanırken, kontrol grubunda sadece TYÖM uygulanmıştır. Çalışma, 6 hafta süresince devam etmiştir ve her iki gruba da aynı öğretim materyalleri sunulmuştur ancak deney grubunda materyaller oyunlaştırılarak sunulmuştur. Veri toplama araçları olarak akademik başarı testi, matematik motivasyon ölçeği ve öz düzenlemeli öğrenme becerileri ölçeği uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, oyunlaştırılmış TYÖM'nin TYÖM'ne kıyasla öğrencilerin matematik motivasyonları üzerinde olumlu bir etkisi olduğu, ancak akademik başarı ve öz düzenlemeli öğrenme becerileri üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgular, oyunlaştırmanın özellikle motivasyon artırıcı bir araç olarak faydalı olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Ters yüz öğrenme modeli, oyunlaştırma, matematik eğitimi

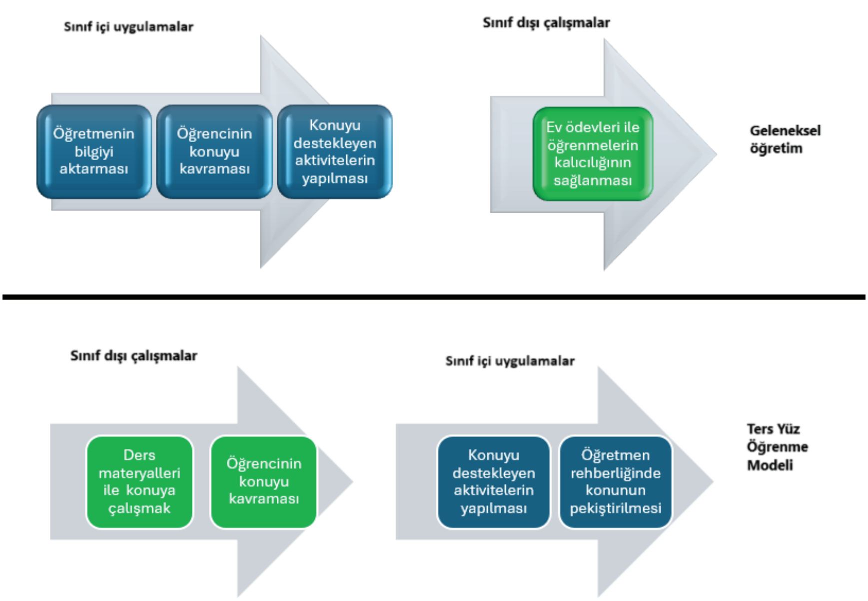
GİRİŞ

21. yüzyılda dünya problemleri karmaşık hale gelmiş, bilgiye ulaşmak kolaylaşmış olduğundan bilgiye sahip olmanın önemi azalmış, ulaşılabilen bilgilerin kullanılarak karmaşık problemlere çözüm üretilebilmesi önemli hale gelmiştir. Dolayısıyla günümüzde bireylerin sadece bilgilerle donatılması değil eleştirel düşünebilme, iletişim, yaratıcılık ve iş birliği gibi becerilerinin de gelişmiş olması beklenmektedir (Hızıroğlu & Zengin, 2024; Kalemkuş, 2021). Bu nedenle eğitim öğretim sürecinde öğrencileri bilgilerle nasıl donatabiliriz anlayışından 21.yüzyıl becerilerinin gelişimini nasıl sağlarız anlayışına geçiş olmuştur. Bu gelişmelere Millî Eğitim Bakanlığı da kayıtsız kalmamış, 2024 yılında Türkiye Yüzyılı Maarif Müfredatı ismi ile müfredat değişikliğine gitmiştir. Bütüncül bir yaklaşımla hazırlanan bu müfredatta öğrencilerin 21.yüzyıl becerilerinin gelişimi önemli görülmekle birlikte teknolojinin müfredata entegre edilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda matematik öğretim programında "Matematiksel Araç ve Teknoloji ile Çalışma" ismi ile matematik alan becerisi işe koşulmuştur (MEB, 2024). Bu gelişmeler, teknolojinin de kullanıldığı yenilikçi öğrenme modellerini ön plana çıkarmıştır. Bu yenilikçi öğrenme modellerinden birisi olan Ters Yüz Öğrenme Modeli (TYÖM) üzerinde yapılan araştırmalar son yıllarda

artış göstermiştir (Çevikbaş, 2018; Hayırsever & Orhan, 2018; Özler, 2020). TYÖM, harmonik öğrenme modelinin bir alt modeli olup derslerin bir kısmı yüz yüze sınıfta bir kısmı da sınıf dışında interaktif olmayacak şekilde gerçekleşmektedir (Hayırsever & Orhan, 2018). Modelin öğrenci başarısının üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu gösteren araştırmalar kadar herhangi bir etkisinin olmadığını raporlayan araştırmalar da mevcuttur. Aynı şekilde öğrenci motivasyonları üzerindeki etkisini inceleyen araştırmaların bazıları olumlu yönde etkisinin olduğunu gösterirken bazıları ise herhangi bir etkisinin olmadığını raporlamıştır. Bu nedenle TYÖM üzerinde araştırmaların ve farklı yöntemlerle uygulanan araştırmalar yapılıp sonuçların karşılaştırılması modelin etkililiğini göstermek adına önemli görülmektedir. TYÖM'nin uygulama sürecinde bazı zorluklarla karşılaşılabilmektedir. Bu güçlüklerden bazıları; öğrencilerin videoları izlememeleri, sınıfta grup içi etkinliklerde grup içinde bazı öğrencilerin katılım göstermemeleri (Hayırsever & Orhan, 2018) şeklindedir. Bu zorlukların üstesinden gelebilecek, matematik eğitiminde öğrencilerin ilgilerini çekerek motivasyonlarını artıracak ve böylece öğrencilerin başarılarını artıracak yöntemlerden biri de oyunlaştırma yöntemidir (Pehlivan, 2020; Özcan, 2019; Turgut & Temur, 2017; Yildirim, 2016). Oyunlaştırma en genel tanımı ile, oyun olmayan unsurların oyun olarak kullanılması şeklinde açıklanabilir (Deterding, vd., 2011; Taş, vd., 2023). Literatürde oyunlaştırma yönteminin farklı öğrenme modelleri üzerindeki etkisini inceleyen araştırmalar yer almaktadır. Aydın (2021) çalışmasında oyunlaştırma yönteminin mobil öğrenme ortamlarındaki etkisini incelemiştir ve etkili bir yöntem olduğu sonucuna varmıştır. Dolayısıyla oyun unsurlarının matematik eğitiminde kullanılması ile matematik öğretiminin gelişebileceği öngörülmektedir (Taş vd., 2023). Bu bağlamda TYÖM sürecinde öğrenci motivasyonunu artırmak amacıyla oyunlaştırma yönteminin kullanılması konuya farklı bir bakış açısı geliştirebilecek olduğundan önemli görülmektedir. Bu kapsamda çalışmada oyunlaştırma yönteminin ters yüz öğrenme modeli uygulaması üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu kapsamda TYÖM ve Oyunlaştırma yöntemine değinmek yerinde olacaktır.

Ters Yüz Öğrenme Modeli

TYÖM en basit basit olarak, geleneksel öğretimde sınıfta yapılan öğretimin evde yapılması, evde yapılan çalışmaların da sınıf ortamında yapılması şeklinde açıklanabilir (Bergmann & Sams, 2012). Bu modelde öğretmen, ders öncesinde öğrencinin konuyu öğrenmesini sağlayacak ders materyallerini hazırlar ve öğrencilerle paylaşır. Öğrenciler konuyu bilgi-kavrama düzeyinde öğrenmiş olarak sınıfa geldiklerinden dolayı öğretmenin ders esnasında tekrar konu anlatımı yapmasına gerek kalmaz. Bilgi aktarımın yerine dersin başında (5-10 dk) soru cevap etkinleri ile konunun üzerinden geçer ki böylece yanlış ve eksik öğrenmeler düzeltilmiş olur. Kalan sürede ise konunun derinlemesine öğrenilmesini sağlamak amacıyla öğrenci merkezli etkinlikler düzenler. Sınıf, bir eğitim atölyesi gibi işlev görür. Böylece öğrenciler sınıf ortamında evde öğrendiklerini tartışma, problem çözme ve grup çalışmaları gibi etkinliklerle pekiştirirler. Bu modelde sınıf içi zaman üst düzey öğrenmelerin gerçekleşmesine olanak sağlayacak şekilde düzenlenir (Bergmann & Sams, 2012; Hayırsever & Orhan, 2018; Talbert, 2017). Geleneksel öğretimde öğrencinin yeni konu hakkında bilgi sahibi olduğu yer sınıf içi olurken konunun sunulmasından öğretmen sorumludur. Ters yüz öğrenmede öğrenci, sınıf dışında yeni konu hakkında bilgi sahibi olurken öğrenme sorumluluğu kendisindedir (Filiz & Kurt, 2015). Bu bağlamda modelin derin öğrenmelere fırsat veren öğrenci merkezli ve bireysel öğretim unsurlarından oluştuğu söylenebilir. Geleneksel öğretim modeli ile TYÖM arasındaki farklılıklar Şekil 1' de gösterilmiştir (Zownorega, 2013).



Şekil 1. *Geleneksel öğretim modeli ile TYÖM arasındaki farklılıklar*

Şekil 1'de görüldüğü üzere ters yüz öğrenme modelinde öğretmen, sınıf içinde doğrudan konu anlatımı yapmak yerine, çeşitli teknolojik araçlar aracılığıyla öğrencilere sınıf dışında daha esnek zamanlarda öğrenme imkânı sunar. Sınıf içindeki zamanda ise öğrencilerin anlamadıkları konulara odaklanarak daha etkili bir rol üstlenmelerini sağlar. Dolayısıyla öğrenciler bu süreçte kendi öğrenmelerinden sorumlu olurlar (Gençer, Gürbulak, & Adıgüzel, 2014; Hayırsever & Orhan, 2018; C. O. Kara, 2015; Zownorega, 2013). Ters yüz edilmiş sınıf yaklaşımı, sınıf ortamındaki eğitimi tamamen ortadan kaldırmaz; aksine, öğretim sürecinde konu aktarımını azaltarak her öğrencinin kendisine ayrılan zamandan en verimli şekilde yararlanmasını sağlar. Bu yöntem, öğrencilerin kendi hızlarında öğrenmelerine ve akranları ile öğretmenleriyle daha fazla etkileşimde bulunmalarına olanak tanır (Serçemeli, 2016).

Oyunlaştırma

"Gamefication" olarak da adlandırılan oyunlaştırma yönteminin literatürde farklı tanımlarının olduğu görülmektedir. Genel anlamda oyunlaştırma, oyun tasarımlarında kullanılan elementlerin (rozet, puan toplama vb.) oyun olmayan alanlarda kullanılmasıdır (Deterding vd., 2011). Başka bir deyişle oyunlaştırma, oyun elementlerinin öğretim ortamlarına dahil edilerek öğrenme sürecinin oyun mantığı çerçevesinde planlanması ve uygulanmasıdır (Sezgin, vd., 2018). Örneğin sınıf ortamında öğrenciler konuyu öğrenirken belirli görevleri (problem çözme, derse katılım vb.) tamamladıkça puan kazanabilir ya da seviye atlayabilir. Oyunlaştırma sürecinde kullanılan oyun elementleri; oyun modelleri, oyun tasarım ilkeleri, oyun arayüz bileşenleri, oyun mekanikleri ve oyun tasarım yöntemleri olmak üzere 5 ana bölümden oluşmaktadır. Bu bölümlere kısaca değinecek olursak;

Oyun arayüz bileşenleri: Oyuncuların oyunla etkileşim kurmasını sağlayan her türlü görsel ve işitsel öğedir. Bu bileşenler oyuncunun oyunu kavrayıp oynamaya devam etmesini sağlar. Örneğin, oyun içindeki rozetler, liderlik tabloları ve oyuncu seviyeleri oyunculara hedef gösterir ve ilerlemeyi takip etmeyi kolaylaştırır (Deterding vd., 2011).

Oyun Mekanikleri: Oyunun işleyişini belirleyen kurallar, sınırlamalar ve olaylardır. Bu mekanikler, oyuncuya çeşitli engeller ve fırsatlar sunarak strateji ve karar alma yeteneklerini kullanmalarını sağlar. Örneğin, oyunda süre sınırının olması, sınırlı kaynak kullanımı, belirli hareket seçenekleri gibi özellikler, oyuncunun oyunu nasıl oynayacağına yön verir (Deterding vd., 2011).

Oyun Tasarım İlkeleri: Oyunun temel yapısını oluşturan kurallardır. Bunlar, oyunun eğlenceli olmasını ve amaca uygun olmasını sağlar. Örneğin, farklı oyuncu tiplerine hitap eden seçenekler sunmak ve oyundaki hedeflerin açıkça belirlenmiş olması, oyuncuların oyunu kolayca anlamalarını ve amaçlarına ulaşmalarını sağlar (Deterding vd., 2011).

Oyun Modelleri: Oyun içinde inşa edilen dünyayı ve oyuncuların bu dünyayla etkileşimini şekillendiren kavramsal altyapıdır. Bu modeller, oyunun atmosferini ve oyuncuya sunduğu deneyimi belirler. Örneğin, oyun içindeki zorluk dereceleri, hayali bir dünya yaratılması ya da oyuncuda merak uyandıracak unsurların eklenmesi, oyun deneyimini daha derin ve etkileyici hale getirir (Deterding vd., 2011).

Oyun Tasarım Yöntemleri: Oyunun geliştirilmesi sürecinde kullanılan yöntem ve tekniklerdir. Bu yöntemler, oyuncular tarafından oyunun nasıl algılandığını anlamak ve oyunun geliştirilmesi amacıyla geri bildirim almak için kullanılır. Örneğin, oyuncu testleri, oyunculardan alınan geri bildirimlere göre oyunda düzenlemelerin yapılması oyunun daha iyi hale gelmesini sağlar (Deterding vd., 2011).

Literatürde, oyun temelli öğrenme ile oyunlaştırma kavramlarının sıkça birbirleriyle karıştırıldığı görülmektedir. Kim vd. (2009)'a göre oyun temelli öğrenme, öğrencilerin oyun oynayarak eğitim hedeflerine ulaşmasını sağlar ve öğrenme sürecini destekler. Buna karşılık, oyunlaştırma öğrenmenin yerini almaz; ancak öğrencilerin katılımını artırarak onları motive eder. Oyunlaştırmanın amacı, oyun mekanikleriyle bireylerin eğlenerek sürece bağlanmasını sağlamaktır. Başarılı bir uygulama, dikkatli bir tasarım gerektirir (Karataş, 2014). Başka bir deyişle oyunlaştırma, oyun elementlerinin oyun dışı alanlara uygun bir biçimde entegre edilmesiyle, kullanıcıların davranışlarında değişiklik yapmayı amaçlar. Ancak bu elementlerin sunulacak ortam ve içeriğe uyumlu olacak şekilde düzenlenmesi ve hedef kullanıcı grubuna uygun olarak sunulması, oyunlaştırmayı eğitsel oyunlardan ayıran temel unsurdur. Dolayısıyla eğitsel oyun geliştirmek ya da uygulamak oyunlaştırma yapıldığını söylenemez. Oyunlaştırma yapabilmek için, kullanılacak oyun unsurlarının sürece ve hedef konuya uygun olarak yapılandırılması ve hedef alan ile bu süreç arasında anlamlı bir bağlantının kurulması gerekmektedir (Kara, 2021).

Oyunlaştırma üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde oyunlaştırma yönteminin öğrencilerin sınıf içi katılımlarını destekleyen, motivasyonlarını yükselten ve akademik başarıyı artıran önemli bir yöntem olduğu görülmektedir (Abramovich, Schunn, & Higashi, 2013; Buckley & Doyle, 2016; Karatekin, 2017; Kunduracioğlu, 2018). Yine literatürde oyunlaştırma yönteminin öğrenci motivasyonu üzerinde olumlu etkisinin olduğunu gösteren çalışmalar (Polat, 2014; Rouse, 2013) mevcuttur. Özcan (2019) oyunlaştırma üzerine yapılan araştırmalar üzerine yaptığı meta analiz çalışması sonucunda yöntemin akademik başarı ile motivasyon üzerinde olumlu etkisinin olduğunu ortaya koymuştur.

Matematik eğitiminde oyunlaştırma üzerine yapılan araştırmalar incelendiğinde; Çin (2022), 6.sınıf matematik dersinde kesirler konusun öğretiminde uyguladığı çalışmada oyunlaştırmanın farklı değişkenler üzerindeki etkisini incelemiş ve oyunlaştırmanın akademik başarı üzerinde bir etkisinin olmadığını, motivasyon üzerine olumlu etkisinin olduğunu ortaya koymuştur. Ergül ve Doğan (2022), ilkokul ikinci sınıf düzeyinde gerçekleştirdikleri çalışmada uyguladıkları oyunlaştırma yönteminin öğrencilerin akademik başarıları üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Eray (2022), 8. Sınıf düzeyinde yaptığı çalışma sonucunda oyunlaştırma yönteminin öğrencilerin motivasyonları üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını ortaya koymuştur. Karamert (2019) 5.sınıf düzeyinde uyguladığı oyunlaştırma yönteminin öğrencilerin akademik başarı üzerinde olumlu etkisinin olduğunu ortaya koymuştur. Literatürde matematik eğitiminde yapılan oyunlaştırma çalışmalarının farklı sonuçlar ortaya koyduğu görülmektedir.

TYÖM üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde ilköğretim kademesinde matematik eğitiminde farklı değişkenler üzerinde ve farklı yöntemlerle gerçekleştirilmiş birçok araştırma yer almaktadır. TYÖM' nin akademik başarısı üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalardan bazılarında (Ağırman, 2023; Arslan, 2021; Bolatlı, 2018; Bulut & Bekdemir, 2024; Çınar, 2023; Güç, 2017; Gürer, 2023; Kalafat, 2019; Özdemir, 2016; Özler, 2020) modelin akademik başarı üzerinde olumlu etkisinin olduğu sonucuna ulaşırken bazılarında (Aydın, 2020; Camcı, 2022) akademik başarı üzerinde etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bazı araştırmalar TYÖM'nin öğrencilerin motivasyonları üzerindeki etkisini inceleyen araştırmaların bazılarında (Ağırman, 2023) modelin, motivasyon üzerinde olumlu etkisi olduğu bazılarında (Çınar, 2023; Gürer, 2023) ise modelin motivasyon üzerinde etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bulut (2019), çalışmasında modelin, öğrencilerin 'Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'nde yer alan alt düzey öğrenmelerine etkisinin olmadığı, üst düzey öğrenmelerine olumlu etkisinin olduğu sonucuna ulaşmıştır. Talan ve Gülseçen (2018) yaptıkları çalışma sonucunda TYÖM'nin öz düzenlemeli öğrenme becerilerine olumlu etkisinin olduğunu ortaya koymuştur.

Lise düzeyinde yapılan çalışmalar, ters yüz öğrenme modelinin matematik derslerinde öğrenci başarısı, tutum ve katılım üzerindeki etkilerini farklı boyutlarda incelemiştir. Çevikbaş (2018), "Polinomlar" konusunun öğretiminde ters yüz öğrenme modelinin bilişsel, davranışsal ve duyuşsal katılımı artırdığını; Tekin (2018), "Dörtgenler ve Çokgenler" konusunda yaptığı araştırmada modelin akademik başarı ile derse yönelik tutumlar üzerinde olumlu etkisinin olduğu sonucuna ulaşmıştır. Türkoğlu (2021), "Fonksiyonlar" konusundaki çalışmasında modelin, akademik başarı ve matematik tutum üzerinde olumlu etkisinin olduğu sonucuna ulaşmıştır. Karadoğan (2022), "Üçgenler" konusunda modelin motivasyon üzerinde bir etkisinin olmadığını, Altunöz (2023), "Analitik Geometri" konusundaki çalışmasında akademik başarı üzerinde olumlu etkisinin olduğunu ancak bilgisayara yönelik tutum üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını, öğrencilerin teknoloji kaygılarını azalttığını ortaya koymuştur. Çalışmalarda genel olarak ters yüz öğrenme modelinin olumlu etkiler sağladığı, ancak bu etkinin bazı durumlarda sınırlı olduğu görülmüştür.

Oyunlaştırma yöntemi ile uygulanan TYÖM ile klasik TYÖM'ni kıyaslayan araştırma Pehlivan (2020) tarafından 9. sınıf matematik dersinde

"Kümeler" konusunun öğretiminde gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda oyunlaştırma yöntemi ile uygulanan TYÖM'nin matematik başarısı ve güdülenme düzeyleri üzerinde bir etkisinin olmadığı, öğrenme stratejileri açısından eleştirel düşünme ile akran iş birliği alt boyutları üzerinde olumlu etkisinin olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Zhao vd. (2021), dördüncü sınıf kesirler konusunun öğretiminde etkileşimli oyunlaştırılmış e-kitap destekli ters yüz öğrenme, klasik ters yüz öğrenme ve geleneksel öğretim yöntemlerini karşılaştırmıştır. Çalışmada, e-kitap destekli oyunlaştırılmış yöntemin, öğrencilerin derse evde daha iyi hazırlanmasını, sınıf içi etkinliklere aktif katılımını sağladığı ve motivasyonunu artırdığı bulunmuştur. Nicel ve nitel veriler, bu yöntemin diğer yaklaşımlara kıyasla akademik başarıyı, öğrenme motivasyonunu ve üst biliş eğilimlerini daha fazla geliştirdiğini ortaya koymuştur.

Tüm bu çalışmalar incelendiğinde oyunlaştırma üzerine yapılan araştırmaların henüz yeterli düzeyde olmadığı motivasyon değişkeninden farklı değişkenler üzerine de araştırmalar yapılmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Karataş, 2014). Aynı şekilde matematik eğitiminde ortaöğretim düzeyinde oyunlaştırma yöntemi ile yapılan çalışmaların sınırlı sayıda olduğu, ortaöğretim düzeyinde bu alanda çalışmaların yürütülmesi gerekliliği vurgulanmıştır (Genç, 2021). Benzer şekilde TYÖM üzerinde yapılan çalışmaların farklı sonuçlar verdiği, lise düzeyinde kısıtlı düzeyde çalışmanın yer aldığı görülmektedir. Oyunlaştırma yönteminin TYÖM üzerindeki etkisini inceleyen sadece bir araştırmanın olması, bu etkiler hakkında yeterli fikirler vermemekte, dolayısıyla bu konuda daha fazla araştırmanın yapılması gerekliğinin ortaya çıktığı söylenebilir. Bu bağlamda, bu araştırmanın amacı; oyunlaştırma yöntemi ile uygulanan ters yüz öğrenme modeli (TYÖM) ile geleneksel olarak uygulanan TYÖM'nin matematik başarısı, matematik motivasyonu ve öz düzenlemeli öğrenme becerileri üzerindeki etkilerini kıyaslamaktır. Araştırmanın problem cümlesi "Oyunlaştırma yöntemi ile uygulanan TYÖM ile geleneksel TYÖM arasında öğrencilerin akademik başarıları, matematik motivasyonları ve öz düzenlemeli öğrenme becerileri açısından anlamlı bir fark var mıdır?" şeklinde belirlenmiş ve bu kapsamda araştırmanın alt problem soruları aşağıdaki gibidir:

1. Kontrol grubu ile deney grubu öğrencilerin hazır bulunuşluk sınavı puanlarına göre matematik başarısı arasında anlamlı farklılık var mıdır?

2. Deney grubu ile kontrol grubunun ikinci dereceden denklemler akademik başarı testi son test sonuçlarına göre matematik başarısı arasında anlamlı farklılık var mıdır?

3. Kontrol grubunun öz düzenlemeli öğrenme ön test puanları ile son test puanları arasında anlamlı farklılık var mıdır?

4. Deney grubunun öz düzenlemeli öğrenme ön test puanları ile son test puanları arasında anlamlı farklılık var mıdır?

5. Deney ve kontrol gruplarının öz düzenlemeli öğrenme son test puanları arasında anlamlı farklılık var mıdır?

6. Kontrol grubunun matematik motivasyon ön test puanları ile son test puanları arasında anlamlı farklılık var mıdır?

7. Deney grubunun matematik motivasyon ön test puanları ile son test puanları arasında anlamlı farklılık var mıdır?

8. Matematik motivasyon ölçeği son test sonuçlarına göre deney grubu ile kontrol grubunun matematik motivasyonu arasında anlamlı farklılık var mıdır?

YÖNTEM

Bu araştırmanın, incelenen konuya uygun olarak nicel yöntem ile gerçekleştirilmesine karar verilmiştir. Araştırma deseni olarak ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır (Campbell & Stanley, 2015). Deneysel araştırmalar, bir müdahalenin etkisini belirlemek amacıyla, araştırmacının doğrudan kontrolü altında veri topladığı araştırma türleridir. Bu tür çalışmalarda, mutlaka bir kıyaslama yapılır; bir deney grubu ile bir veya birden fazla kontrol grubu karşılaştırılır (Karasar, 2005).

Deney gruplarında, test edilecek yeni bir uygulama, öğretim yöntemi veya ders materyali gibi bir müdahale yapılır. Kontrol grubuna ise ya hiçbir işlem yapılmaz ya da farklı bir yöntem uygulanır. Bu sayede, deney grubundaki müdahalenin etkisinin kontrol grubuna göre ne kadar fark yarattığı anlaşılabilir. Özellikle eğitim, tıp ve mühendislik gibi alanlarda deneysel araştırmalar yaygın olarak kullanılır, çünkü bu yöntemle uygulamaların etkinliği daha sağlıklı biçimde değerlendirilebilir (Büyüköztürk, 2018). Yarı deneysel ve tam deneysel desenler arasındaki en büyük fark, tam deneysel desenlerde deney ve kontrol gruplarındaki bireylerin rastgele seçilmesidir. Ancak, eğitim araştırmalarında grupları rastgele oluşturmak zor olabileceği için, genellikle yarı deneysel desenler tercih edilir. Bu durumda gruplar rastgele değil, ölçümlere dayanarak belirlenir (Büyüköztürk, vd., 2021). Bu çalışmada, oyunlaştırma kullanılan TYÖM, oyunlaştırma yapılmayan TYÖM ile karşılaştırılmıştır. Araştırmada, 10. sınıf matematik dersi kazanımları deney grubuna oyunlaştırma yöntemiyle desteklenmiş TYÖM uygulanırken, kontrol grubunda sadece TYÖM uygulanmıştır.

Çalışma Evreni

Bu çalışma 2023-2024 eğitim öğretim yılında 10. Sınıf düzeyinde "ikinci dereceden bir bilinmeyenli denklemler" konusunun öğretiminde iki sınıfta uygulanmıştır. Deney ve kontrol grupları kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir (Büyüköztürk, 2018). Çalışmanın katılımcıları İstanbul ilinde yer alan bir Çok Programlı Anadolu Lisesinde öğrenim gören 78 öğrenciden oluşmaktadır (35 kontrol, 36 deney). Dolayısıyla çalışmanın evreni İstanbul ilinde yer alan Çok Programlı Anadolu Lisesinde öğrenim gören lise öğrencileri olarak belirlenmiştir. Çok Programlı Liseler Mesleki ve Teknik Ortaöğretim Kurumları arasında yer almaktadır (MEB,2024). Araştırmada gerçekleştirilen deneysel desen aşamaları tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. *Araştırma Deseni*

Ön test-son test kontrol gruplu desen			
Grup	**Ön test**	**İşlem**	**Son test**
Deney	T1 Ö1 M1	Oyunlaştırılmış Ters Yüz Öğretim Ortamı	T2 Ö2 M3
Kontrol	T1 Ö1 M1	Ters Yüz Öğretim Ortamı	T2 Ö2 M3

Uygulama Süreci

Ortaöğretim öğretim programındaki "İkinci Dereceden Bir Bilinmeyenli Denklemler" konusunun öğretiminde 6 hafta (36 ders saati) süre ayrıldığından uygulama süreci bu süre üzerine kurgulanmıştır. Araştırma sürecinde 12 ders videosu kullanılmış ve kullanılan videoların hangi kazanımları içerdiğine yönelik ve haftalık yapılan uygulamalar tablo 2'de verilmiştir.

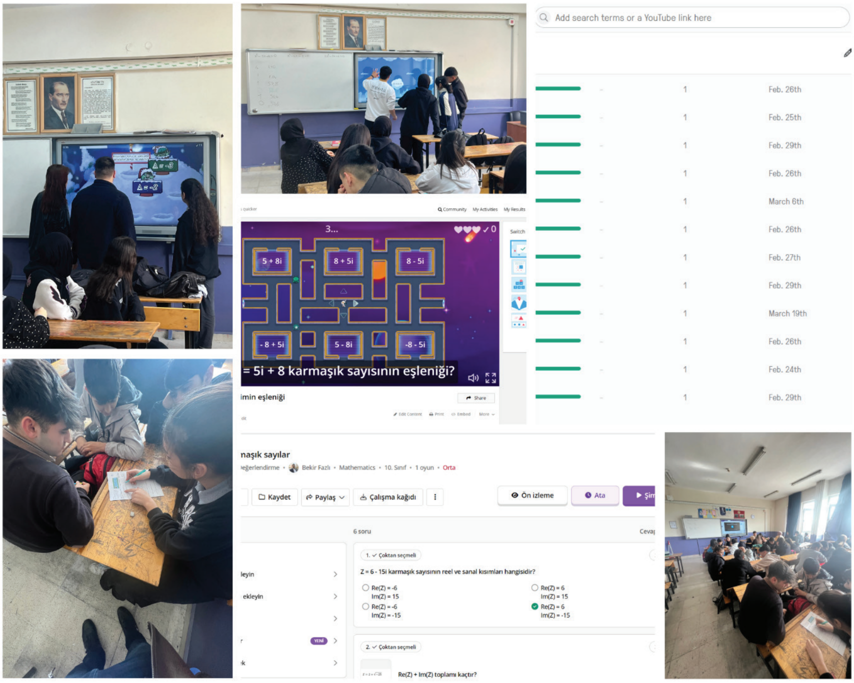
Tablo 2. *Yapılan uygulamalar ve video içerikleri*

Uygulama Süresi	Kontrol Grubu	Deney Grubu
1. Hafta	Ön testlerin uygulanması Öğrencilerin süreç hakkında bilgilendirilmesi 1.Video	Ön testlerin uygulanması Öğrencilerin süreç hakkında bilgilendirilmesi 1. Video
2. Hafta	2.Video 3.Video	2.Video 3.Video
3. Hafta	4. Video 5. Video 6. Video	4. Video 5. Video 6. Video
4. Hafta	7. Video 8. Video 9. Video	7. Video 8. Video 9. Video

5.	Hafta	10. Video 11. Video	10. Video 11. Video
6.	Hafta	12. Video Son testlerin uygulanması	12. Video Son testlerin uygulanması

Video	**Süre**	**Kazanım**
1.Video	09.23	10.4.1.1. İkinci dereceden bir bilinmeyenli denklem kavramını açıklar.
2. Video 3.Video 4.Video 5.Video 6.Video 7.Video	10.31 07.55 09.27 06.23 09.54 09.01	10.4.1.2. İkinci dereceden bir bilinmeyenli denklemleri çözer.
8.Video 9.Video 10.Video	10.13 09.05 08.13	10.4.1.3. Bir karmaşık sayının a+ib (a,b ∈ R) biçiminde ifade edildiğini açıklar.
11.Video 12.Video	10.40 07.51	10.4.1.4. İkinci dereceden bir bilinmeyenli denklemin kökleri ile katsayıları arasındaki ilişkileri kullanarak işlemler yapar.

Tablo incelendiğinde araştırmada 12 video kullanıldığı, çalışmanın 6 hafta sürdüğü, deney ve kontrol gruplarında aynı videoların kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca video sürelerinin 10 dakikadan uzun olmadığı görülmektedir. Videoların gönderilmesi için Edpuzzle uygulaması kullanılmıştır. Edpuzzle uygulamasının kullanılmasının sebebi, uygulamaya video eklenebilmesi ve program üzerinden videolar içerisine sorular eklenerek videoların etkileşimli hale getirilebilmesidir. Ayrıca bu uygulamada öğrencilerin videoları izleyip izlemediği, ne kadarını izlediği, kaç defa izlediği ve video içerisine yerleştirilen sorulara verdikleri cevaplar görünebilmektedir. Ayrıca sınıf içi etkinliklerde kahoot, wordwall, quizizz uygulamaları kullanılmıştır. Kahoot, quizizz ve wordwall uygulamasından süreç değerlendirmeler yapılmıştır. Ayrıca ders özetinin yapılması kapsamında uygulamalar kullanılmıştır. Tüm uygulamalar iki grupta da uygulanmıştır ancak deney grubunda uygulamalar yapılırken liderlik tablosu, rozetler gibi oyunlaştırma unsurları uygulanmıştır. Çalışma sürecinde kullanılan uygulamalar ve sınıf içi uygulamalara ilişkin görseller Şekil 2' de verilmiştir.

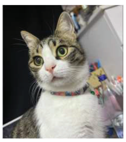


Şekil 2. *Uygulamalar ve sınıf içi etkinlikler*

Şekil 2'de deney ve kontrol gruplarının sınıf içi uygulamaları ile kullanılan uygulamaların örnekleri yer almaktadır. Deney grubuna yapılan uygulamalarda çeşitli rozetler kullanılmış ve kullanılan rozetler Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. *Deney grubunda oyunlaştırma sürecinde kullanılan rozetler*

Rozet	Rozet adı	Kullanım şekli
edpuzzle	Edpuzzle kurdu	Takım üyelerinin tamamının verilen videoları zamanında eksiksiz izlemesi ile verilir
	Arılar	Sınıf içi uygulamalarda tüm takım üyelerinin aktif olduğu durumda verilir
Wordwall	Wordwall sefiri	Wordawall uygulamasında birinci gelen takıma verilir.

	Quizizz canavarı	Quizizz uygulamasında birinci gelen takıma verilir.
	Şampiyon	Her etkinlikte birinci olan takıma verilir
	Kahoot kralı	Kahoot uygulamasında yapılan uygulamada birinci gelen takıma verilir.
	Okul kedisi	Tüm üyeleri derste olan takıma verilir.
	Özel ödül	Üst üste iki kez birinci olan takıma verilir.

Tablo 3'te 8 farklı rozet yer almakta ve kullanılan rozetler hem sınıf içi uygulamalara hem de sınıf dışındaki uygulamalara ilişkin düzenlenmiştir. Oyunlaştırma sürecinde grupların hafta boyunca topladıkları rozetler baz alınarak liderlik tablosu düzenlenmiş her hafta lider takım belirlenmiştir. Lider seçilen gruplar her hafta ilan edilip sınıf panosuna asılmıştır. Liderlik tablosuna ilişkin görüntü Şekil 3'te verilmiştir.

Şekil 3. *Liderlik tablosu*

Veri Toplama Araçları

Akademik Başarı Testi

İkinci Dereceden Bir Bilinmeyenli Denklemler Akademik başarı testi, Fazlı (2024) tarafından geliştirilmiştir. Test 25 maddeden oluşan çoktan seçmeli test olarak hazırlanmıştır. Testin güvenirlik katsayısı 0.91 (Cronbach's alpha) olarak hesaplanmış ki bu da ölçeğin güvenilir olduğunu göstermektedir. Akademik başarı testleri, öğrencilerin belli bir konu ya da ünitedeki başarılarını ölçmek amacıyla kullanılır.

Matematik Motivasyon Ölçeği

Kesici (2018) tarafından geliştirilen Matematik Motivasyon Ölçeği, üç alt boyuttan (Amaç Yönelimi, Beklenti-Değer, Öz Yeterlilik) ve toplam 12 maddeden oluşmaktadır. Ölçeğin 8., 9., 10. ve 12. maddeleri ters kodlanmıştır. Üç faktörlü yapıya sahip olan ölçeğin güvenilirliği, iç tutarlılık katsayısı (Cronbach's alpha) 0.87 olarak hesaplanarak doğrulanmıştır. Alt boyutlara ilişkin iç tutarlılık katsayıları ise şu şekildedir: "Amaç Yönelimi" (4 madde) için 0.80, "Beklenti-Değer" (4 madde) için 0.81 ve "Öz Yeterlilik" (4 madde) için 0.77. Bu sonuçlar, ölçeğin farklı motivasyon boyutlarını değerlendirme açısından uygun ve güvenilir bir araç olduğunu göstermektedir.

Öz Düzenlemeli Öğrenme Ölçeği

Eryılmaz ve Mammadov'un (2017) geliştirdiği "Zimmerman'ın modeli temelinde öz-düzenlemeli öğrenme ölçeği" kullanılmıştır. Ölçek, öngörü, performans ve öz-yansıtma olmak üzere üç boyuttan ve toplam 47 maddeden oluşmaktadır. Katılımcılar, maddeleri "1=hiç uygun değil" ile "4=çok uygun" arasında puanlamıştır. Geçerlik çalışmaları kapsamında açımlayıcı faktör analizi (AFA) yapılmış, yalnızca 0.30'un üzerinde faktör yüküne sahip ve tek bir faktör altında toplanan maddeler ölçeğe dahil edilmiştir. Doğrulayıcı faktör analizi (DFA) ile de yapı geçerliliği doğrulanmış, ölçeğin üç boyutunun uygun bir yapı oluşturduğu belirlenmiştir.

Güvenirlik analizlerinde Cronbach Alfa iç tutarlılık katsayıları hesaplanmıştır. Öngörü aşamasında görev analizi 0.72, amaç belirleme 0.66, stratejik plan yapma 0.78, motivasyonel inançlar 0.76, içsel ilgi/değer 0.69 ve öz-yeterlilik 0.69 olarak bulunmuştur. Performans aşamasında öz kontrol 0.83, dikkati odaklama 0.77, hayal 0.74, kendini eğitme 0.59 ve görev stratejileri 0.71; kendini gözlemleme alt boyutunda ise 0.79 ile 0.80 arasında değişen katsayılar elde edilmiştir. Öz-yansıtma aşamasında öz değerlendirme 0.70, nedensel yükleme 0.74, öz yargılama 0.80, öz doyum 0.76 ve uyum/savunma 0.71 olarak hesaplanmıştır.

Sonuçlar, ölçeğin yüksek güvenirlik düzeyine sahip olduğunu göstermektedir. Değerlendirme yapılırken tüm puanlar yerine alt aşamaların ayrı ayrı ele alınması önerilmektedir; örneğin, görev analizi ve motivasyonel inançlar gibi alt boyutlar kendi içinde değerlendirilmelidir.

Veri Analizi

Veri analizi için istatistiksel yazılım kullanılmıştır. Analiz öncesinde, hangi testlerin uygulanacağına karar vermek amacıyla verilerin normal dağılımı incelenmiştir. Yapılan testlerde, hazır bulunuşluk (ön test) puanlarının normal dağıldığı ($p>0,05$), ancak son test puanlarının normal dağılmadığı ($p<0,05$) bulunmuştur. Matematik motivasyon ölçeği ve öz-düzenlemeli öğrenme ölçeği için hem ön test hem de son test puanlarının normal dağıldığı gözlemlenmiştir ($p>0,05$). Bu sonuçlar doğrultusunda, matematik başarılarının ön test puanları, motivasyon ölçeği ve öz-düzenlemeli öğrenme ölçeğinin ön test-son test puanlarının karşılaştırılmasında parametrik testler kullanılmıştır. Ancak, matematik başarılarının son test puanları karşılaştırılırken non-parametrik testler uygulanmıştır.

BULGULAR

1.Araştırma Sorusuna Yönelik Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi, “Hazır bulunuşluk sınav puanlarına göre kontrol grubu ile deney grubu öğrencilerinin matematik başarıları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” sorusuna yanıt aramaktır. Bu amaçla, deney ve kontrol gruplarının hazır bulunuşluk puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için bağımsız örneklem t-testi analizi uygulanmış ve sonuçlar tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. *Deney ve Kontrol Gruplarının Hazır Bulunuşluk Sınav Puanlarının Bağımsız Örneklem T Testi Sonuçları*

Gruplar	N	$\bar{X}$	Sd	t	p
Deney	33	47,39	22,06	0,157	0,875
Kontrol	35	48,37	28,50		

Tablo 3 incelendiğinde yapılan bağımsız örneklem t testi sonuçlarına göre deney grubunun puan ortalaması ($\bar{x} = 47{,}39$) ile kontrol grubunun puan ortalamasının ($\bar{x} = 48{,}00$) arasında anlamlı farklılık bulunmadığı görülmektedir (t=0,157), p>0,05).

2. Araştırma Sorusuna Yönelik Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi, “Deney grubu ile kontrol grubunun ikinci dereceden denklemler akademik başarı testi son test sonuçlarına göre matematik başarısı arasında anlamlı farklılık var mıdır?” sorusuna yanıt aramaktır. Bu amaçla, deney ve kontrol gruplarının akademik başarı testi son test puanlarını karşılaştırmak amacıyla Whan Whitney U testi uygulanmış ve uygulanan test sonuçları tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. *Deney ve Kontrol Gruplarının Akademik Başarı Son Test Puanlarının Whan Whitney U Testi Sonuçları*

Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Kontrol	35	32,97	1154,00	524,00	0,220
Deney	36	38,94	1402,00		
Toplam	71				

Tablo 4 incelendiğinde test sonuçlarına göre deney grubunun sıra ortalaması (32,97) ile kontrol grubunun sıra ortalaması (38,94) arasında anlamlı farklılık görülmemektedir (p>0,05). Deney ve kontrol gruplarının son test sonuçlarına göre matematik başarısında anlamlı farklılık bulunamamıştır.

3. Araştırma Sorusuna Yönelik Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt problemi "Kontrol grubunun öz düzenlemeli öğrenme ön test puanları ile son test puanları arasında anlamlı farklılık var mıdır?" şeklinde belirlenmiştir. Bu sorunun yanıtını aramak amacıyla kontrol grubunun öz düzenlemeli ön test ve son test puanlarına bağımlı örneklem t testi uygulanmış ve sonuçlar tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. *Kontrol grubunun öz düzenlemeli öğrenme ölçeği ön test-son test puanlarının bağımlı örneklem t testi sonuçları*

Boyutlar	Testler	$\bar{X}$	S	sd	t	p
Görev Analizi	Son test	18,65	3,857	34	0,384	0,703
	Ön test	18,40	2,962	34		
Motivasyonel İnançlar	Son test	20,48	4,604	34	-1,250	0,220
	Ön test	21,31	4,100	34		
Öz Kontrol	Son test	40,02	7,151	34	0,557	0,581
	Ön test	39,40	5,719	34		
Öz Gözlemleme	Son test	18,05	3,701	34	0,298	0,768
	Ön test	17,91	3,355	34		
Öz Yargılama	Son test	21,00	4,000	34	0,124	0,902
	Ön test	20,91	3,814	34		
Öz Tepki	Son test	19,37	3,200	34	0,753	0,456
	Ön test	18,88	2,698	34		

Tablo 6 incelendiğinde kontrol grubunun öz düzenlemeli öğrenme ön test ve son test puanlarına göre, görev analizi alt aşaması puanları arasında $[t_{34} = 0{,}384, p > 0{,}05]$., motivasyonel inançlar alt aşaması puanları arasında $[t_{34} = -1{,}250, p > 0{,}05]$, öz kontrol alt aşaması puanları arasında $[t_{34} = 0{,}557, p > 0{,}05]$, öz gözlemleme alt aşaması puanları arasında $[t_{34} = 0{,}298, p > 0{,}05]$, öz yargılama alt aşaması puanları arasında $[t_{34} = 0{,}124, p > 0{,}05]$ ve öz tepki alt aşaması puanları arasında $[t_{34} = 0{,}753, p > 0{,}05]$ anlamlı farklılık bulunamamıştır.

4. Araştırma Sorusuna Yönelik Bulgular

Araştırmanın dördüncü alt problemi "Deney grubunun öz düzenlemeli öğrenme ön test puanları ile son test puanları arasında anlamlı farklılık var mıdır?" şeklinde belirlenmiştir. Bu sorunun yanıtını aramak amacıyla deney grubunun öz düzenlemeli ön test ve son test puanlarına bağımlı örneklem t testi uygulanmış ve sonuçlar tabloda 7'de verilmiştir.

Tablo 7. *Deney Grubunun Öz Düzenlemeli Öğrenme Ölçeği Ön Test-Son Test Puanlarının Bağımlı Örneklem T Testi Sonuçları*

Boyutlar	Testler	$\bar{X}$	S	sd	t	p
Görev Analizi	Son test	20,8056	2,7652	35	1,784	0,083
	Ön test	19,7222	3,0576	35		
Motivasyonel İnançlar	Son test	22,8333	3,5254	35	-0,691	0,494
	Ön test	23,1944	2,7961	35		
Öz Kontrol	Son test	41,7222	6,4525	35	0,740	0,464
	Ön test	40,8611	6,3432	35		
Öz Gözlemleme	Son test	17,8611	3,4322	35	0,897	0,376
	Ön test	17,3056	3,2585	35		
Öz Yargılama	Son test	21,6944	3,37062	35	0,698	0,490
	Ön test	21,2500	3,80507	35		
Öz Tepki	Son test	19,5833	3,0366	35	0,000	1,000
	Ön test	19,5833	2,7813	35		

Tablo 7 incelendiğinde kontrol grubunun öz düzenlemeli öğrenme ön test ve son test puanlarına göre, görev analizi alt aşaması puanları arasında $[t_{35} = 1{,}784, p > 0{,}05]$, motivasyonel inançlar alt aşaması puanları arasında $[t_{35} = -0{,}691, p > 0{,}05]$, öz kontrol alt aşaması puanları arasında $[t_{35} = 0{,}740, p > 0{,}05]$, öz gözlemleme alt aşaması puanları arasında $[t_{35} = 0{,}897, p > 0{,}05]$, öz yargılama alt aşaması puanları arasında $[t_{35} = 0{,}698, p > 0{,}05]$ ve öz tepki alt aşaması puanları arasında $[t_{34} = 0{,}000, p > 0{,}05]$ anlamlı farklılık bulunamamıştır.

5. Araştırma Sorusuna Yönelik Bulgular

Araştırmanın beşinci alt problemi "Deney ve kontrol gruplarının öz düzenlemeli öğrenme son test puanları arasında anlamlı farklılık var mıdır?" şeklinde belirlenmiştir. İki grubu kıyaslamak için her iki grubun fark puanları (son test-ön test) hesaplanmış sonrasında fark puanlarına bağımsız örneklem t testi uygulanmıştır. Ancak uygulama öncesinde deney ve kontrol gruplarının ön test puanları karşılaştırılarak başlangıçta grupların eşit olup olmadığına bakılmıştır. Deney ve kontrol gruplarının öz düzenlemeli öğrenme ön test puanları arasında motivasyonel inançlar alt aşamasında anlamlı farklılık ($p<0,05$) görülürken, diğer alt aşamalarda anlamlı farklılık ($p>0,05$) olmadığı görülmüştür. Bu nedenle grupların fark puanları karşılaştırılırken motivasyonel inançlar alt aşaması karşılaştırılmamıştır. Grupların fark puanlarına yapılan bağımsız örneklem t testi sonuçları tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. *Deney ve kontrol gruplarının öz düzenlemeli öğrenme ölçeği son test-ön test fark puanlarının bağımsız örneklem t testi*

Boyutlar	Gruplar	$\bar{X}$	S	sd	t	p
Görev Analizi	Kontrol	0,257	3,958	35	-0,915	0,802
	Deney	1,083	3,643	36		
Öz Kontrol	Kontrol	0,628	6,673	35	-0,143	0,189
	Deney	0,861	6,982	36		
Öz Gözlemleme	Kontrol	0,142	2,840	35	-0,525	0,089
	Deney	0,555	3,714	36		
Öz Yargılama	Kontrol	0,085	4,097	35	-0,382	0,518
	Deney	0,444	3,820	36		
Öz Tepki	Kontrol	0,485	3,814	35	0,564	0,703
	Deney	0,000	3,439	36		

Tablo 8 incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarının öz düzenlemeli öğrenme ölçeği fark puanları (son test-ön test) yapılan bağımsız örneklem t testi sonuçlarına göre, görev analizi alt aşamasında $[t_{69} = -0{,}915, p > 0{,}05]$, öz kontrol alt aşamasında $[t_{69} = -0{,}143, p > 0{,}05]$, öz gözlemleme alt aşamasında $[t_{69} = -0{,}525, p > 0{,}05]$, öz yargılama alt aşamasında $[t_{69} = -0{,}382, p > 0{,}05]$ ve öz tepki alt aşamasında $[t_{69} = 0{,}564, p > 0{,}05]$ anlamlı farklılık görülememiştir.

6. Araştırma Sorusuna Yönelik Bulgular

Araştırmanın altıncı alt problemi "Kontrol grubunun matematik motivasyon ön test puanları ile son test puanları arasında anlamlı farklılık var mıdır?" şeklinde belirlenmiştir. Bu soruya yanıt aramak amacıyla kontrol grubunun matematik motivasyon ön test puanları ile son test puanlarına bağımlı örneklem t testi analizi yapılmış ve sonuçlar tabloda verilmiştir.

Tablo 9. *Kontrol Grubunun Matematik Motivasyon Ölçeği Ön Test-Son Test Puanlarının Bağımlı Örneklem T Testi Sonuçları*

Testler	N	$\bar{X}$	S	sd	t	p
Ön test	35	3,12	0,9214	34	0,461	0,648
Son test	35	3,16	0,7326			

Tablo 9 incelendiğinde yapılan bağımlı örneklem t testi sonuçlarına göre kontrol grubunun ön test puan ortalaması ($\bar{x} = 3{,}12$) ile son test puan ortalamasının ($\bar{x} = 3{,}16)$ arasında anlamlı farklılık bulunmadığı görülmektedir $[t_{34} = 0{,}461, p > 0{,}01]$.

7. Araştırma Sorusuna Yönelik Bulgular

Araştırmanın altıncı alt problemi "Deney grubunun matematik motivasyon ön test puanları ile son test puanları arasında anlamlı farklılık var mıdır?" şeklinde belirlenmiştir. Bu soruya yanıt aramak amacıyla deney grubunun matematik motivasyon ön test puanları ile son test puanlarına bağımlı örneklem t testi analizi yapılmış ve sonuçlar tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. *Deney Grubunun Matematik Motivasyon Ölçeği Ön Test-Son Test Puanlarının Bağımlı Örneklem T Testi Sonuçları*

Testler	N	$\bar{X}$	S	sd	t	p
Ön test	36	3,28	0,662	35	3,577	0,001
Son test	36	3,65	0,683			

Tablo 10 incelendiğinde yapılan bağımlı örneklem t testi sonuçlarına göre deney grubunun ön test puan ortalaması ($\bar{x} = 3{,}28$) ile son test puan ortalamasının ($\bar{x} = 3{,}65)$ arasında anlamlı farklılık bulunduğu görülmektedir $[t_{35} = 3{,}577, p < 0{,}01]$. Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü (d=0,59) bu farkın orta düzeyde olduğunu göstermektedir.

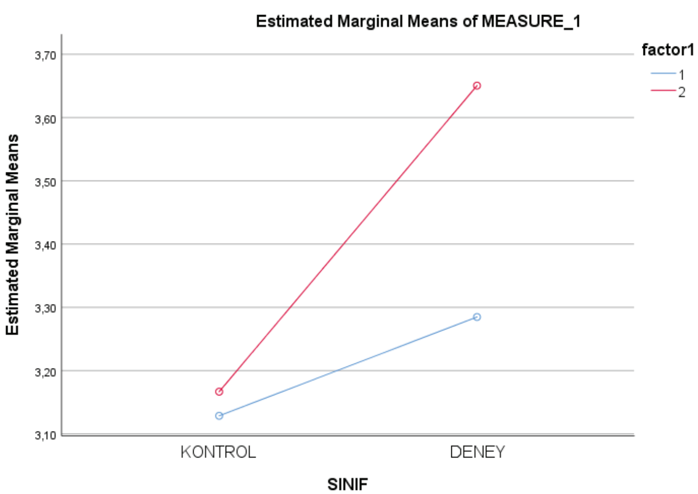
8. Araştırma Sorusuna Yönelik Bulgular

Araştırmanın sekizinci alt problemi "Deney ve kontrol gruplarının matematik motivasyonu son test puanları arasında anlamlı farklılık var mıdır?" şeklinde belirlenmiştir. Bu soruya yanıt aramak amacıyla deney ve kontrol gruplarının matematik motivasyon son test puanları puanlarına karışık ölçümler iki faktörlü varyans testi yapılmış ve sonuçlar tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. *Deney ve kontrol grubunun matematik motivasyon ölçeği ön test-son test puanlarının karışık ölçümler iki faktörlü varyans testi sonuçları*

Gruplar	Ön test			Son test		
	N	$\bar{X}$	S	N	$\bar{X}$	S
Kontrol	36	3,12	0,135	36	3,16	0,120
Deney	35	3,28	0,133	35	3,65	0,118

Tablo 11 incelendiğinde TYÖM' nin oyunlaştırma yöntemi ile uygulanmasının matematik motivasyonu üzerinde anlamlı bir etkisinin olup olmadığını araştırmak amacıyla karışık ölçümler için iki faktörlü varyans analizi yapılmıştır. Test sonucunda grup-ölçüm ortak etkisi, oyunlaştırma yöntemi kullanılan grubun puan artışının, diğer gruba göre anlamlı derecede fazla olduğunu göstermiştir. $[F_{(1-69)} = 6{,}16, p < 0{,}05]$. Aşağıda Şekil 4'te bu etki verilmiştir.



Şekil 4. Grup – Ölçüm Ortak Etkisi

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, 10. Sınıf ikinci dereceden denklemler konusunun öğretiminde oyunlaştırma yöntemi ile uygulanan TYÖM'nin uygulandığı sınıf (deney) ile klasik ters yüz öğrenme modeli uygulanan sınıfın (kontrol) matematik başarıları, motivasyonları ve öz düzenlemeli öğrenme becerileri kıyaslanmıştır.

Akademik başarıya ilişkin bulgular analiz edildiğinde, gruplara çalışmanın başında uygulanan hazır bulunuşluk sınav puanlarına yapılan bağımsız örneklem t testi sonucunda grupların puanları arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır ($p>0,05$). Bu sonuç başlangıçta grupların başarı düzeyleri arasında bir fark olmadığını ve araştırma sonuçlarının başlangıç düzeyine bağlı olmadığını göstermektedir. Süreç sonunda uygulanan deney ve kontrol gruplarının ikinci dereceden denklemler akademik başarı testi puanlarına yapılan Mann-Whitney U testi sonuçları gruplar arasında anlamlı bir farklılık olmadığını göstermiştir ($p>0,005$). Bu sonuç oyunlaştırma yönteminin TYÖM üzerinde akademik başarı yönünden herhangi bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Elde edilen bu sonuç literatürde yer alan Pehlivan (2020)'nın çalışma sonuçları ile örtüşürken Zhao, Hwang, Chang, Yang, ve Nokkaew (2021)' in çalışma sonuçları ile çelişmektedir. Farklı sonuçların elde edilmesinin nedeni kullanılan ölçme aracı, uygulanan hedef kitle, uygulanan konunun farklılıklarından kaynaklanabilir. Ancak grupların hazır bulunuşluk sınav puan ortalamaları ile başarı testi son test puan ortalamaları mukayese edildiğinde, başlangıçta puan ortalaması (deney: 47,39, kontrol: 48,37) geride olan deney grubunun son test sonucunda (deney: 38,94, kontrol: 32,97) kontrol grubunun önüne geçtiği görülmektedir. Bu anlamda oyunlaştırma yönteminin ters yüz öğrenme modeli uygulama sürecinde akademik başarıyı belirgin bir şekilde olmasa da artırdığı söylenebilir. Öğrencilerin konuyu ilk kez bu kademede görmelerinden dolayı akademik başarı testi uygulanmamış yerine hazır bulunuşluk sınavı uygulanmıştır.

Öz düzenlemeli öğrenme ölçeği test puanlarına yapılan bağımlı örneklem t testi sonucunda, deney grubunun ön-son test puanları arasında ve kontrol grubunun ön-son test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ($p > 0,05$). Ayrıca deney ve kontrol gruplarının son test-ön test fark puanları arasında yapılan analizler sonucunda anlamlı farklılık bulunamamıştır. Elde edilen bu sonuç hem TYÖM hem de oyunlaştırılmış TYÖM'nin öğrencilerin öz düzenleme becerileri üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Elde edilen bu sonuç Özler (2020)'nin çalışma sonuçları ile örtüşürken farklı kademede ve farklı derste uygulanan Talan ve Gülseçen (2018)'in çalışma sonuçları ile örtüşmemektedir. Sonuçların farklı çıkmasının sebebi uygulayıcı, ölçme aracı ve konu alanındaki farklılık olduğu gibi araştırmanın uygulama süresinden de kaynaklandığı söylenebilir. Nitekim Özler (2020)'nin çalışması 4 hafta, Talan ve Gülseçen (2018)' nin çalışması 9 hafta ve bu araştırma 6 hafta sürmüştür.

Kontrol grubunun motivasyon ölçeği ön-son test puanlarına yapılan bağımlı örneklem t testi sonucunda anlamlı farklılık bulunamamıştır ($p>0,05$) Bu sonuç TYÖM'nin öğrencilerin motivasyonu üzerinde bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Elde edilen bu sonuçlar Karadoğan (2022)'ın çalışma sonuçları ile örtüşürken Altunöz (2023)'ün çalışma sonuçları ile örtüşmemektedir. Bu durumun yine konu alanı, uygulama süresi ve ölçme araçlarının farklılığından kaynaklandığı söylenebilir.

Deney grubunun motivasyon ölçeği ön ve son test puanları arasında yapılan bağımlı örneklem t testi sonucunda anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$). Bu sonuç, oyunlaştırma yöntemi ile uygulanan TYÖM'nin öğrencilerin motivasyonları üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test puanları arasında yapılan karışık ölçümlerle gerçekleştirilen iki faktörlü varyans analizine göre, oyunlaştırma yöntemiyle uygulanan TYÖM'nin, geleneksel TYÖM'ye kıyasla öğrencilerin matematik motivasyonu üzerinde daha olumlu bir etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen bulgular, Zhao ve arkadaşlarının (2021) araştırma sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

Öneriler

Bu bulgulara dayanarak, aşağıdaki öneriler sunulmuştur:

• Çalışma 10. sınıf düzeyinde yapılmıştır. Farklı sınıf seviyeleri veya konu alanlarında yapılacak benzer araştırmalar ile karşılaştırmalar yapılabilir.

• Matematik eğitimine yönelik gerçekleştirilen bu çalışma, diğer derslerde de benzer yöntemlerle uygulanabilir.

• Bu çalışma nicel bir araştırma olarak yapılmıştır. Nitel veya karma yöntemler kullanarak yapılacak araştırmalar, daha derinlemesine sonuçlar sağlayabilir.

• Araştırma altı hafta süresince yapılmıştır. Daha uzun süreli uygulamalar ile elde edilen sonuçlar karşılaştırılabilir.

• Farklı değişkenlerin incelendiği araştırmalar yapılabilir.

• Yapılan çalışma yalnızca bir eğitim ortamında uygulanmıştır. Farklı okullarda veya farklı sosyo-kültürel çevrelerde çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKLAR

Abramovich, S., Schunn, C., & Higashi, R. M. (2013). Are badges useful in education?: It depends upon the type of badge and expertise of learner. *Educational Technology Research and Development*, *61*, 217-232.

Ağirman, N. (2023). *Ters Yüz Sınıf Modelinin İlkokulda Uygulanabilirliğinin İncelenmesi: Üçüncü Sınıf Matematik Dersi Örneği* (Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Altunöz, M. (2023). *Analitik Geometri Alt Öğrenme Alanının Öğretiminde Ters Yüz Sınıf Modelinin Etkisinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi, Niğde.

Arslan, U. (2021). *Ters Yüz Sınıf Modelinin Ortaokul Öğrencilerinin Matematik Dersindeki Akademik Başarıları ve Öz Düzenleme Becerilerine Etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi, Adana.

Aydın, D. (2021). Mobil Öğrenme Ortamlarında Oyunlaştırma Bileşenlerinin Etkililiği (Doktora tezi). İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Aydın, H. (2020). *Ters-Yüz Edilmiş Sınıf Modelinin Tam Sayılarda İşlemler Konusunun Öğretiminde Akademik Başarıya Etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Bergmann, J., & Sams, A. (2012). Before You Flip, Consider This. *Phi Delta Kappan*, *94*(2), 25-25. https://doi.org/10.1177/003172171209400206

Bolatlı, Z. (2018). Mobil Uygulama ile Desteklenmiş Ters-Yüz Öğretim Ortamı Kullanan Öğrencilerin Akademik Başarılarının ve İşbirlikli Öğrenmeye Yönelik Görüşlerin İncelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi, Konya.

Buckley, P., & Doyle, E. (2016). Gamification and student motivation. *Interactive Learning Environments*, *24*(6), 1162-1175. https://doi.org/10.1080/10494820.2014.964263

Bulut, R., & Bekdemir, M. (2024). Ters Yüz Sınıf Modeli' nin Öğrencilerin Matematik Başarısı, Tutumu ve Kaygısına Etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *24*(3), 1479-1497. https://doi.org/10.17240/aibuefd.2024..-1407709

Büyüköztürk, Ş. (2018). Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı. *Pegem Atıf İndeksi*, 001-214.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2021). *Eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri*.

Camci, S. F. (2022). *Geometri Öğretiminde Ters-Yüz Öğrenme Modeli Uygulamasının Etkilerinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Yozgat Bozok Üniversitesi, Yozgat.

Çevikbaş, M. (2018). *Ters-Yüz Sınıf Modeli Uygulamalarına Dayalı Bir Matematik Sınıfındaki Öğrenci Katılım Sürecinin İncelenmesi* (Doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.

Çınar, M. (2023). *İlkokul 4. Sınıf Matematik Dersinde Ters Yüz Sınıf Modelinin Öğrencilerin Akademik Başarı ve Motivasyonuna Etkisinin İncelenmesi* (Doktora tezi). Fırat Üniversitesi, Elazığ.

Çin, S. (2022). *Oyunlaştırma Temelli Matemaik Eğitiminin Öğrencilerin Akademik Başarılarına, Motivasyonuna ve Girişimcilik Becerilerine Etkisi* (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.

Deterding, S., Sicart, M., Nacke, L., O'Hara, K., & Dixon, D. (2011). Gamification. Using game-design elements in non-gaming contexts. *CHI '11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 2425-2428. Vancouver BC Canada: ACM. https://doi.org/10.1145/1979742.1979575

Eray, F. (2022). Ortaokul 8.Sınıf Öğrencileri Üzerinde Yürütülen Oyunlaştırma Tabanlı Etkinliklerin Öğrencilerin Motivasyon, Öz yeterlilik ve Matematik Kaygılarına Etkisi (Yüksek lisans tezi). Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.

Ergül, E., & Doğan, M. (2022). İlkokul Matematik Öğretiminde Oyun Temelli Yaklaşımın Öğrenci Başarısına Etkisi. *Milli Eğitim Dergisi*, *51*(235), 1935-1960. https://doi.org/10.37669/milliegitim.887654

Eryılmaz, A., & Mammadov, M. (2017). Zimmerman'in Modeli Temelinde Öz Düzenlemeli Öğrenme Ölçeğinin Geliştirilmesi. *Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, (10), 79-93.

Fazlı, B. (2024, Mayıs). Ters Yüz Öğrenme Yönteminin 10. Sınıf Öğrencilerinin Matematik Dersi Başarısına, Motivasyonuna ve 21. Yüzyıl Becerilerine Etkisi [Öz]. Lisansüstü Öğretmen Çalışmaları Kongresinde sunulan bildiri, Çanakkale. Erişim adresi: https://lock.congress.gen.tr/files/site/27/65319280E45A4/files/lock_ozet_kitap.pdf

Filiz, O., & Kurt, A. A. (2015). Flipped learning: Misunderstandings and the truth. *Journal of Educational Sciences Research*, *5*(1), 215-229.

Genç, C. B. (2021). *Matematik Eğitiminde Oyunlaştırma Üzerine Yapılan Çalışmaların İncelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Gençer, B. G., Gürbulak, N., & Adıgüzel, T. (2014). Eğitimde yeni bir süreç: Ters-yüz sınıf sistemi. *Uluslararası Öğretmen Eğitimi Konferansı*, *5*(6), 881-888.

Güç, F. (2017). *Rasyonel sayılar ve rasyonel sayılarda işlemler konusunda ters-yüz sınıf uygulamasının etkileri* (Yüksek Lisans Tezi). Amasya Üniversitesi, Amasya.

Gürer, Ö. (2023). *Kesirlerle İşlemler Konusunda Ters Yüz Sınıf Uygulamasının Öğrencilerin Başarılarına ve Matematik Motivasyonuna Etkisi* (Yüksek lisans tezi). Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak.

Hayırsever, F., & Orhan, A. (2018). Ters Yüz Edilmiş Öğrenme Modelinin Kuramsal Analizi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *14*(2), 572-596. https://doi.org/10.17860/mersinefd.431745

Hızıroğlu, İ., & Zengin, M. (2024). Öğretmenlerin 21.Yüzyıl Becerilerini Kazandırmaya Yönelik Yeterlik Algıları Ölçeğinin Geliştirilmesi: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (62), 272-295. https://doi.org/10.9779/pauefd.1319658

Kalafat, N. Z. (2019). *Ters Yüz Sınıf Modeli İle Tasarlanan Matematik Dersinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarısı Üzerine Etkisinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Kalemkuş, J. (2021). Fen bilimleri dersi öğretim programı kazanımlarının 21. Yüzyıl becerileri açısından incelenmesi. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, *11*(1), 63-87.

Kara, C. O. (2015). Flipped Classroom. *Toraks Cerrahisi Bulteni*, *9*(3), 224-228. https://doi.org/10.5152/tcb.2015.064

Kara, N. (2021). Eğitsel Mobil Matematik Oyunu ile Sınıf İçi Oyunlaştırma: Bir Durum Çalışması Örneği. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *8*(1), 85-101. https://doi.org/10.21666/muefd.764044

Karadoğan, E. (2022). *Ters Yüz Öğrenme Modelinin Dokuzuncu Sınıf Matematik Dersini Öğrenmeye Yönelik Motivasyona Etkisi* (Yüksek lisans tezi). *Akdeniz Üniversitesi, Antalya*.

Karamert, Ö. (2019). Oyunlaştırmanın 5. Sınıf Matematik Dersindeki Başarıya ve Tutuma Etkisi (Yüksek lisans tezi). Düzce Üniversitesi, Düzce.

Karataş, E. (2014). Eğitimde Oyunlaştırma: Araştırma Eğilimleri. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, *15*(2), 315-333.

Karatekin, İ. (2017). *Yeni Başlayanlar İçin Yabancı Dilde Kelime Bilgisi Öğretiminde Oyunlaştırmanın Kullanımı* (Yüksek lisans tezi). Çağ Üniversitesi, Mersin.

Kesici, A. (2018). Lise öğrencilerinin matematik motivasyonunun matematik başarısına etkisinin incelenmesi. *Ondokuz Mayis University Journal of Education Faculty*, *37*(2), 177-194.

Kim, B., Park, H., & Baek, Y. (2009). Not just fun, but serious strategies: Using meta-cognitive strategies in game-based learning. *Computers & Education*, *52*(4), 800-810.

Kunduracioğlu, İ. (2018). *Oyunlaştırma Kavramı Üzerine İçerik Analizi Çalışması* (Yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

“Millî Eğitim Bakanlığı Meslekî ve Teknik Ortaöğretim Kurumlarının Tanıtım ve Yönlendirme Yönergesi (2024). http://mevzuat.meb.gov.tr/dosyalar/2210.pdf

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (TYMM) ortaöğretim matematik müfredatı. Talim ve Terbiye Kurulu başkanlığı, Ankara.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (TYMM) ortak metni. Talim ve Terbiye Kurulu başkanlığı, Ankara.

Özcan, Ş. (2019). Eğitimde Oyunlaştırma Üzerine Yapılan Araştırmalara İlişkin Bir Meta Analiz Çalışması (Yüksek Lisans Tezi). Fırat Üniversitesi, Elazığ.

Özdemir, A. (2016). *Ortaokul matematik öğretiminde harmanlanmış öğrenme odaklı ters yüz sınıf modeli uygulaması* (Doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.

Özler, A. (2020). *Ters Yüz Sınıf Modeli İle Desteklenmiş Tam Öğrenme Yaklaşımının Matematik Dersindeki Akademik Başarıya ve Öz Düzenleme Becerilerine Etkisi* (Yüksek lisans tezi). Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın

Pehlivan, F. (2020). *Dönüştürülmüş Sınıflarda Oyunlaştırmanın Matematik Başarısına, Güdülenme ve Öğrenme Stratejilerine Olan Etkisi* (Yüksek lisans tezi). Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.

Polat, Y. (2014). Bir vaka incelemesi: Oyunlaştırma yöntemi ve İngilizce öğrencilerinin motivasyonu üzerine etkisi. *Mersin: Çağ Üniversitesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.*

Rouse, K. E. (2013). *Gamification in science education: The relationship of educational games to motivation and achievement*. The University of Southern Mississippi.

Serçemeli, M. (2016). Muhasebe eğitiminde yeni bir yaklaşım önerisi: Ters yüz edilmiş sınıflar. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (69), 115-126.

Sezgin, S., Bozkurt, A., Yılmaz, E. A., & Van Der Linden, N. (2018). Oyunlaştırma, eğitim ve kuramsal yaklaşımlar: Öğrenme süreçlerinde motivasyon, adanmışlık ve sürdürebilirlik. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (45), 169-189.

Talan, T., & Gülseçen, S. (2018). Evaluation of the Students’ Self-Regulation Skills and Perceived Self-Efficacy in Flipped Classroom and Blended Learning Environments. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*. https://doi.org/10.16949/turkbilmat.403618

Talbert, R. (2017). *Flipped Learning.* Virginia: STYLUS PUBLISHING.

Taş, N., Coşkun, M. R., Ayverdi, G., & Bolat, Y. İ. (2023). Matematik Eğitiminde Dijital Oyunlaştırma Etkinlikleri Kullanımının Ortaokul Öğrencilerinin Akademik Başarılarına ve Tutumlarına Etkisi. *International Journal of Eurasia Social Sciences/Uluslararasi Avrasya Sosyal Bilimler Dergisi*, *14*(53).

Tekin, O. (2018). *Tersyüz sınıf modelinin lise matematik dersinde uygulanması: Bir karma yöntem çalışması* (Doktora Tezi). Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.

Turgut, S., & Temur, Ö. D. (2017). The effect of game-assisted mathematics education on academic achievement in Turkey: A meta-analysis study. *International Electronic Journal of Elementary Education*, *10*(2), 195-206.

Türkoğlu, H. (2021). *10. Sınıf Öğrencilerinin Fonksiyon Kavramı Bağlamında Online Ters Yüz Sınıf Modelinin Akademik Başarıya ve Tutuma Etkisi* (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.

Yildirim, İ. (2016). *Oyunlaştırma temelli "öğretim ilke ve yöntemleri" dersi öğretim programının geliştirilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesi.*

Zhao, J., Hwang, G.-J., Chang, S.-C., Yang, Q., & Nokkaew, A. (2021). Effects of gamified interactive e-books on students' flipped learning performance, motivation, and meta-cognition tendency in a mathematics course. *Educational Technology Research and Development*, *69*(6), 3255-3280. https://doi.org/10.1007/s11423-021-10053-0

Zownorega, S. J. (2013). *Effectiveness of flipping the classroom in a honors level, mechanics-based physics class*. Geliş tarihi gönderen https://thekeep.eiu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2154&context=theses

Bölüm 3

SINIFLANDIRILMIŞ MATEMATİKSEL MODELLEME PROBLEMLERİ İLE 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MODELLEME BECERİLERİNİN GELİŞİMİNİN İNCELENMESİ[1][2][3]

Tuğba ÇAKIR

Şevval Gökcen

Hasan Ünal

1 Tuğba ÇAKIR, Öğrenci, Yıldız Teknik Üniversitesi, ORCID ID: 0009-0007-6601-1019
2 Şevval Gökcen, Arş. Gör., ORCID ID: 0000-0002-3552-0298
3 Hasan Ünal, Prof. Dr., ORCID ID: 0000-0002-4661-111X

ÖZET

Bu çalışma, 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerindeki gelişimi, sınıflandırılmış matematiksel modelleme problemleri ile incelemeyi amaçlamaktadır. Matematiksel modelleme, günlük yaşam durumlarını matematiksel yöntemlerle çözme becerilerini geliştiren önemli bir öğretim yöntemidir. Çalışmada, deneysel bir tasarım kullanılarak deney ve kontrol gruplarına ön test ve son test uygulamaları yapılmış, bu süreçte nicel ve nitel veri toplama yöntemleri bir arada kullanılmıştır. Deney grubundaki öğrenciler, 8 hafta boyunca matematiksel modelleme etkinlikleri ile öğrenim görürken, kontrol grubu mevcut müfredatla eğitimine devam etmiştir. Araştırma bulguları, deney grubundaki öğrencilerin modelleme becerilerinde (problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel çalışma, yorumlama ve doğrulama) anlamlı gelişmeler olduğunu göstermiştir. En büyük ilerleme sadeleştirme becerisinde gözlenmiştir. Ayrıca, öğrenciler uygulama öncesinde matematiksel modelleme konusunda sınırlı bilgiye sahipken, süreç sonunda bu etkinliklerin yararını kavradıklarını ve problemlere karşı daha olumlu bir tutum geliştirdiklerini ifade etmişlerdir. Araştırma, matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin hem akademik başarılarını hem de matematiği günlük yaşamda kullanma becerilerini artırdığını ortaya koymuştur. Çalışmanın, matematik öğretiminde modelleme yöntemine yönelik farkındalık oluşturması ve öğretim süreçlerine katkı sağlaması beklenmektedir. Öğretmenlere yönelik eğitimlerin düzenlenmesi ve matematiksel modelleme etkinliklerinin daha geniş yaş gruplarında incelenmesi önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Matematiksel modelleme, modelleme becerileri, problem çözme

GİRİŞ

Doğanın Ersoy (2003), eski çağlardan günümüze kadar olan süreç içerisinde anlaşılıyor ki matematik olmadan bilim ve teknolojiden, nitelikli ürün ve hizmetten aynı zamanda sosyal ve ekonomik kalkınmadan söz edebilmek mümkün değildir. Dolayısıyla, ülkemizde herkes matematikte güçlenmeli, matematiksel akıl yürütme ve düşüncel kültürü edilmeli, beraberinde evrensel matematiksel dili etkin ve yaygın bir biçimde kullanmalıdır. Günümüzdeki mühendislik, bilim ve teknoloji alanlarındaki gelişmeler nitelikli ve her açıdan donanımlı bireylere olan ihtiyacı arttırmıştır. Bu durum 21. Yüzyılın getirdiği becerilere sahip bireylerin yetiştirilmesi gerçeğini ortaya çıkarmış ve problem çözücü bireylere olan rağbeti arttırmıştır (Dede, 2010). Matematik, esnek ve yaratıcı düşünen problem çözücü bireylerin gelişimi için çok yönlü katkı ve yarar sağlamaktır. Bu yüzden, okullarda verilen geleneksel eğitim yöntemlerinin, yapılandırmacı kuramın getirdiği yeniliklere göre köklü olarak değişmesi bir gerekliliktir. Öğrencilerin günlük hayat problemlerini daha iyi anlamlandırması ve yaratıcı çözüm yollarını geliştirebilmesi için matematiksel modelleme etkinliklerinin ders süreçlerine entegre edilmesi önemli bir husustur.

Yapılan araştırmaların incelenmesi sonucunda, ilköğretim öğrencilerinin büyük bir kısmının rutin olmayan matematik problemlerini çözmekte yeterli başarıyı gösteremediği saptanmıştır. Bu durumun nedenlerinden biri olarak, problem çözme ve akıl yürütme becerilerinin yeterince geliştirilememesi öne çıkmaktadır. Altun ve Arslan'ın (2006) ilköğretim öğrencilerinin problem çözme stratejilerini inceleyen çalışmasında, öğrencilere herhangi bir strateji eğitimi verilmemesine rağmen, öğrencilerin tahmin ve kontrol ile sistematik liste yapma stratejilerini doğal olarak kullandıkları, ancak bağıntı arama ve geriye doğru çalışma stratejilerini hiç uygulamadıkları tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları, verilen eğitimin ardından bazı stratejilerin öğrenciler tarafından üst düzeyde öğrenildiğini ve problem çözme süreçlerinde etkili şekilde kullanıldığını göstermiştir. Ayrıca, öğrencilerin problem çözmeye yönelik olumlu bir tutum kazandığı da belirlenmiştir. Bu sonuçlar Kal'ın (2013) çalışmalarıyla da örtüşmektedir.

Rutin olmayan matematik problemleri, öğrencilerin matematiksel modeller oluşturmalarını gerektiren sorunları içerir. Literatürdeki araştırmalar, matematik eğitiminde matematiksel modelleme etkinliklerinin, öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini kazanmalarına ve günümüz dünyasının ihtiyaçlarına uygun bireyler olarak yetişmelerine katkıda bulunabileceğini vurgulamaktadır. Doruk ve Umay'ın (2010) deneysel çalışması da bu bulguları destekler niteliktedir. Araştırma sonuçları, matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin günlük hayatta karşılaşabilecekleri problemleri matematiksel yöntemlerle çözme becerilerini geliştirdiğini göstermektedir. Aynı zamanda, grup çalışmaları sırasında ve diğer gruplara açıklamalar yapılırken öğrencilerin yoğun şekilde matematiksel terim ve kavramlar kullandıkları ve bu etkinliklere karşı olumlu bir yaklaşım geliştirdikleri görülmüştür. Bu bağlamda, öğrencilere grup çalışmalarına dayalı etkinlikler yapılması önerilmektedir. Çiltaş ve Zihar'ın (2018) çalışmaları da olumlu tutum geliştirme açısından benzer sonuçlar ortaya koymuştur.

Matematiksel modelleme, gerçek yaşam durumlarını matematiksel ifadelerle ilişkilendirerek yeni modeller ortaya çıkarma sürecini kapsar. Bu bağlamda, matematiksel ilişkilendirmenin önemi açıkça görülmektedir. Tanju'nun (2020) çalışmasında, matematik öğretmen adaylarının modelleme problemlerindeki temsil ve ilişkilendirme becerileri incelenmiş ve katılımcıların matematiksel modelleme becerileri ile matematiksel ilişkilendirme becerileri arasında doğrudan bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Bunun yanı sıra, öğrencilerin matematiksel kavramları etkisiz veya tutarsız bir şekilde kullandıkları ve farklı temsillerde başarısız oldukları belirlenmiştir. Bu durum, matematiksel kavramların gerçek yaşamda kullanım alanlarına dair yeterli bilgiye sahip olunmadığını göstermektedir.

Öğretmen görüşlerini inceleyen araştırmalar, öğretmenlerin matematiksel modelleri somut materyal, matematiksel bir terim veya şekil olarak algıladıklarını ortaya koymuştur (Özdemir ve Işık, 2015; Yanık, Bağdat ve Koparan, 2017). Ayrıca, öğretmenlerin matematiksel modelleme etkinliklerini çeşitli şekillerde uygulamada yetersiz kaldıkları görülmüştür. Bununla birlikte, bu etkinliklerin hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin kavramsal bilgi birikimlerini artırdığı ve problem analizi yapma becerilerini geliştirdiği düşünülmektedir. Matematiksel modelleme problemlerinin uygulamadaki zorluklarının aşılması durumunda, öğrencilerin matematiğe karşı olumlu tutumlar geliştirebileceği ve çağın gereksinimlerine uygun bireyler olarak yetiştirilebileceği belirtilmiştir.

Matematiksel modelleme konusundaki çalışmaların hem Türkiye'de hem de yurtdışında giderek arttığı görülmektedir. Araştırmalar, matematiksel modellemenin anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi desteklediğini ve her düzeydeki öğrencilerin bu tür etkinliklerle etkileşimde olmaları gerektiğini vurgulamaktadır. Bu nedenle, matematiksel modelleme birçok ülkenin müfredatında yer almıştır. Yaratıcı düşünme, problem çözme ve modelleme becerileri, Türkiye müfredatında da temel matematiksel kazanımlar arasında yer almaktadır (MEB, 2011). Ortaokul matematik öğretim programında, matematiksel modeller oluşturabilen bireylerin yetiştirilmesi hedeflenmiştir (MEB, 2009).

Bu çalışmada, sınıflandırılmış matematiksel modelleme problemleri kullanılarak 7. sınıf öğrencilerinin modelleme becerilerindeki gelişim incelenmiştir. Literatür incelendiğinde, öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerinin farklı yöntemlerle geliştirilmeye çalışıldığı birçok araştırmaya rastlanmaktadır. Ancak, sınıflandırılmış matematiksel modelleme problemlerine odaklanan ve bu çerçevede 7. sınıf öğrencileri üzerinde yapılan herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Matematik öğretim programında 7. sınıf düzeyi, önemli kazanımlar barındıran bir aşama olarak öne çıkmaktadır. Bu araştırmanın, 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerini farklı yönlerden ele alarak literatürdeki eksiklikleri gidermesi ve yanıtlanmamış sorulara ışık tutması beklenmektedir. Ayrıca, bu çalışmanın sınıflandırılmış matematiksel modelleme problemleri bağlamında öğretim süreçlerine rehberlik ederek öğretmenlere, program geliştiren uzmanlara ve ders kitabı hazırlayıcılarına katkı sağlaması öngörülmektedir. Araştırmanın, ortaokul matematik öğretim programında yer alan modelleme becerilerinin kazandırılmasına yönelik hedeflere katkı sunacağı da düşünülmektedir (MEB, 2011).

Bu araştırmanın temel amacı, 7. sınıf öğrencilerinin çeşitli matematiksel modelleme problemleri üzerindeki becerilerinin gelişimini incelemektir. Çalışmada, öğrencilerin sınıflandırılmış matematiksel modelleme problemleriyle etkileşimleri sonucunda modelleme becerilerindeki değişim gözlemlenmiştir. 7. sınıf müfredatı incelendiğinde, bu düzeyin pek çok temel matematik bilgisi içerdiği görülmektedir. Bununla birlikte, literatürde 7. sınıf öğrencilerine yönelik modelleme etkinliklerinin sınırlı olduğu dikkat çekmektedir. Bu araştırma, bu eksikliği gidermeyi ve belirli bir sınıf düzeyindeki modelleme etkinliklerinin etkilerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Araştırma kapsamında belirlenen konu, sınıflandırılmış matematiksel modelleme problemleri aracılığıyla 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerindeki gelişimin nasıl gerçekleştiğini ortaya koymaktır. Çalışmada test edilecek hipotez şu şekildedir: Ho: "Sınıflandırılmış matematiksel modelleme problemleriyle yapılan çalışmada deney grubunun ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur." Bunun yanı sıra, çalışmanın sonunda deney grubundaki öğrencilerin matematik dersine ilişkin olumlu görüşler geliştirebileceği öngörülmektedir. Ayrıca, öğrencilerin bakış açılarını daha iyi anlamak amacıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilecektir. Bu araştırmanın odak sorusu, "Sınıflandırılmış matematiksel modelleme problemleri, 7. sınıf öğrencilerinin modelleme becerilerinin gelişimini nasıl etkilemektedir?" şeklinde ifade edilmiştir.

YÖNTEM

Araştırma Deseni

Bu çalışmada hem nicel hem de nitel veri toplama yöntemlerinden yararlanılmıştır. Araştırmanın nitel boyutunu, öğrencilerle gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmeler oluşturmaktadır. Nicel boyut ise, yarı deneysel yöntemle elde edilen matematiksel modelleme beceri puanlarını kapsamaktadır. Deney sürecinin başlangıcında ve sonunda, ön test ve son test uygulamaları yapılmıştır. Ayrıca, nicel bulguları desteklemek amacıyla, deney süreci öncesinde, süreç esnasında ve sonrasında öğrencilerin gelişimlerini izlemek ve çalışmaya dair görüşlerini öğrenmek üzere yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Örneklem

Araştırmanın örneklemini, 2022-2023 eğitim öğretim yılı ikinci dönemde Marmara Bölgesinin bir devlet orta okulunda eğitim gören 7. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. 7. sınıf öğrencilerinden bir sınıf kontrol, bir sınıf deney grubu olarak rastgele seçilmiştir. Yansız atama yöntemiyle K şubesi kontrol, L şubesi ise deney grubu olarak çalışma yürütülmüştür. Her iki sınıf mevcudu 30 öğrenci olduğundan toplamda 60 öğrenci ile çalışma yürütmüştür. Seçilen okul proje yürütücüsünün rahat ulaşım sağlayabildiği bir okuldur. Böylelikle tüm süreç araştırmacının rehberliğinde yürütülmüştür. Araştırmada kontrol grubu öğrencileri "K1, K2, K3 …" ile deney grubu öğrencileri ise "D1, D2, D3 …" şeklinde adlandırılacaktır.

Veri Toplama Araçları

Kullanılan matematiksel modelleme problemleri ve yarı yapılandırılmış görüşme formları ile bu görüşmelerden araştırmacının çıkartacağı notlar ve gözlemleri kullanılmıştır. Çalışmanın bağımsız değişkenini Özgen ve Şeker (2018) tarafından geliştirilmiş sınıflandırılmış matematiksel modelleme problemleri oluşturmuştur. Bağımlı değişken ise, öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerinin gelişimidir.

ETKİNLİK 7. ORMAN YANGINLARI

Ormanlar sürdürülebilir kalkınma için gerekli olan su, gıda, barınma gibi ihtiyaçları sağlarken, doğanın korunmasına ve iklim değişikliğine sebep olan sera gazı salımlarının azaltılmasına de destek oluyor.

Orman Genel Müdürlüğü'nden derlenen verilere göre, Türkiye'de 10 yıllık sürede çıkan 24 bin 264 orman yangınında, yılda ortalama 9 bin hektar alan zarar görürken, bunların yüzde 87'sinin insan kaynaklı çıktığı bildirildi.

Aşağıdaki fotoğrafta da piknik sonucu tam söndürülmeyen ateşten kaynaklı bir orman yangını örneği verilmiştir.

Yukarıdaki fotoğrafta görülen basit önlemlerle engellenebilecek bir orman yangını sonucu tahrip olmuş alanı hesaplayınız.

1) Problemi kendi cümlelerinizle ifade ediniz.
2) Problemi çözmek için hangi bilgilere ihtiyaç duyduğunuzu açıklayınız.
3) Problemin çözümünde matematiksel olarak nasıl bir yol izleyeceğinizi açıklayınız.
4) Problemin çözümü için uygun işlemleri yazıp çözünüz.
5) Bulduğunuz sonucun doğruluğundan nasıl emin olabilirsiniz. Açıklayınız.
6) Bulduğunuz çözüm sizce uygun mudur? Nedenleri ile açıklayınız.

Şekil 1. *Deney Grubu Öğretim Sürecinde Kullanılan Modelleme Etkinliği*

Şekilde görüldüğü gibi, deney grubunda matematiksel modelleme öğretim sürecinde kullanılan bir modelleme etkinliği örneği sunulmuştur. Öğrencilerin problemi daha iyi kavrayabilmesi amacıyla gerçek hayattan alınmış görüntüler ve görseller kullanılarak ilgi ve merak uyandırılması hedeflenmiştir. Problemin tanıtımına yönelik bir makale ve görseller sunulduktan sonra, ana problem ifadesi öğrencilere verilmiştir. Problemin çözüm sürecinde, Borromeo Ferri'nin (2006) "Bilişsel Perspektif Altında Modelleme Döngüsü" kapsamında belirttiği modelleme becerilerinin (problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel işlem yapma, yorumlama ve doğrulama) geliştirilmesine yönelik alt problemler sağlanmıştır.

Deney ve kontrol grubunun matematiksel modelleme becerilerinin gelişimlerini inceleyebilmek için Modelleme Yeterlilikleri Değerlendirme Rubriği (Tekin Dede & Bukova Güzel, 2018) kullanılmıştır. Ölçek kullanımı için gereken izinler alınmıştır.

Verilerin Analizi

Ön test ve son test modelleme problemleri, öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerini değerlendirmek amacıyla her biri 12 puan üzerinden puanlanmıştır. Nicel verilerin analizinde istatistiksel bir yazılım programı kullanılmıştır. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin, uygulama sürecinden önce ve sonra modelleme becerilerini ölçmek için uygulanan ön test ve son test toplam puanları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla normallik testi uygulanmıştır. Büyüköztürk'e (2016) göre, grup büyüklüğünün 50'den küçük olduğu durumlarda (n=30), Shapiro-Wilks testi puanların normalliğe uygunluğunu değerlendirmek için tercih edilmektedir. Deney ve kontrol gruplarının toplam puanları üzerinde yapılan normallik testlerinde, anlamlılık değeri olan **p** değerinin 0,05'ten büyük olması, verilerin normal dağılıma uygun olduğunu göstermiştir.

Normallik testi sonuçları, verilerin normal dağılıma uygun olduğunu doğruladığından, gruplar arası puan ortalamalarının karşılaştırılmasında İlişkisiz Örneklem T Testi, grupların kendi içindeki ön test ve son test puanlarının karşılaştırılmasında ise İlişkili Örneklem T Testi kullanılmıştır. Ayrıca, nicel bulguları desteklemek amacıyla öğrencilerle deney öncesinde ve sonrasında yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmelerin analizi betimsel yöntemlerle yapılmıştır. Görüşme soruları, uzman görüşleri doğrultusunda düzenlenmiş, görüşme sırasında ise araştırmacının gözlemleri ve aldığı notlar da analiz sürecinde dikkate alınmıştır.

Araştırma Süreci

Bu araştırma, Marmara Bölgesi'ndeki bir devlet ortaokulunda, 2022-2023 eğitim-öğretim yılının ikinci döneminde gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, yansız atama yöntemiyle seçilen iki sınıf, deney ve kontrol grupları olarak belirlenmiştir. 7-K sınıfı kontrol grubu, 7-L sınıfı ise deney grubu olarak atanmıştır. Çalışma, her iki grubun haftalık iki ders saatini kapsayan

Seçmeli Matematik dersinde yürütülmüştür. Araştırmanın gerçekleştirildiği okul, araştırmacının kolay erişim sağlayabileceği bir konumda yer aldığı için, tüm süreç araştırmacının rehberliğinde gerçekleştirilmiştir. Uygulama öncesinde, öğrencilere matematiksel modelleme konusunda herhangi bir bilgilendirme yapılmadan süreç başlatılmıştır. İlk hafta, öğrencilerden kişisel bilgi formları doldurmaları istenmiş, ardından aynı haftanın ikinci ders saatinde ön görüşme formları uygulanmıştır.

İkinci ve üçüncü haftalarda, her ders saatinde bir ön test matematiksel modelleme problemi bireysel olarak uygulanmış ve toplamda dört adet ön test problemi tamamlanmıştır. Böylece, uygulama öncesinde öğrencilerin matematiksel modelleme becerileri ve bu becerilere dair görüşleri tespit edilmiştir. Bu aşamalar hem kontrol grubu hem de deney grubu için aynı şekilde gerçekleştirilmiştir. Uygulama sürecine geçildiğinde, deney grubuna modelleme etkinlikleriyle öğretim yapılırken, kontrol grubunda Seçmeli Matematik dersinin mevcut öğretim programı izlenmiştir. Deney grubundaki öğretim süreci, araştırmacının rehberliğinde yürütülmüş ve her hafta farklı matematiksel modelleme etkinlikleri uygulanmıştır. Bu etkinliklerin, ön testte kullanılan modelleme problemleriyle benzer seviyede olduğu belirtilmiştir.

Deney grubunda her hafta yeni bir etkinlik kâğıdı dağıtılarak derse geçilmiştir. Tüm öğrencilerden verilen modelleme etkinliğinin tanıtıcı makale kısmını bireysel olarak okunması istenmiştir. Aynı zamanda akıllı tahta yardımıyla sunulan etkinlik, araştırmacı tarafından içerikle ilgili dikkat çekici bilgiler verilerek öğrencilerin güdülenmesini sağlanmıştır. Problem cümlesi okunduktan sonra problemi anladıklarını tespit etmek amacıyla öğrencilere söz hakkı tanınmıştır. Sınıf içi tartışmalar, beyin fırtınası ve tahmin yöntemleriyle beraber akış sağlanmıştır. Verilen ve istenilen arasındaki farka dikkat çekilerek problem cümlesi öğrenciler tarafından anlaşıldığına emin olunduktan sonra bir sonraki alt probleme geçilmiştir. Her alt problem ayrı ayrı tartışılıp değerlendirilerek farklı fikirler ve çözümler ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin vermiş oldukları yanıtlar araştırmacı tarafından yönlendirilerek ve anında dönütlerle rehberlik edilmiştir. Uygulama kısmındaki en önemli husus öğrencilerin kendilerini rahat ve özgür bir şekilde ifade edebilecekleri bir öğretim ortamı sunmaktır. Verilen cevaplar yargılanmadan pekiştireç ve tartışmalarla aktif bir süreç halinde ilerlemiştir.

Bu şekilde tüm alt problemler tamamlandıktan sonra bireysel olarak öğrenciler tarafından çözümler yapılmıştır. Etkinlik sonunda 2-3 öğrenciden yaptığı çözümün sınıf önünde diğer arkadaşlarına sunup, son olarak araştırmacı tarafından kısa bir özet ve değerlendirme yapılarak etkinlik süreci tamamlanmıştır. Bu süreç her hafta yeni bir modelleme etkinliği ile 8 hafta boyunca devam etmiştir. Uygulama sırasında modelleme etkinlikleri ile yapılan öğrenme süreci boyunca araştırmacı tarafından gözlem ve notlar alınarak sürdürülmüştür.

Deney grubuyla yapılan modelleme etkinlikleri ile öğretim süreci sonunda hem kontrol hem de deney grubu için 4 ders saati boyunca birer adet son test modelleme problemleri yapılmıştır. Verilen son testteki problemler, ön testteki modelleme problemleri ile aynıdır. Bir sonraki ders saatinde ise son görüşme formları öğrenciler tarafından doldurularak projenin uygulama süreci tamamlanmıştır.

BULGULAR

Yapılan araştırmaya ait bulgular, elde edilen istatistiki sonuçlar, nicel veri analizi sonuçları olarak, öğrenci kağıtlarına doğrudan yapılan alıntılar ve öğrenci görüş formundaki ifadeler ise nitel verilerin analizi başlıkları altında ikiye ayrılarak incelenmiştir.

Nicel Verilerin Analizinden Elde Edilen Bulgular

Deney ve kontrol gruplarının modelleme etkinliklerine başlamadan önceki modelleme becerilerini değerlendirmek amacıyla uygulanan ön testlerin toplam puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek için Bağımsız Örneklem T Testi kullanılmıştır. Bu testin sonuçları Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. *Ön Test Matematiksel Modelleme Problemleri Toplam Puan Ortalamalarının Karşılaştırılmasına İlişkin Bağımsız Örneklem T-Testi Sonuçları*

	Ortalama	Standart Sapma	Standart sapma hatası	t	p
Kontrol ön test – Deney ön test ortalama	.86208	.63153	.31576	2.730	.072

Bu aşamada test edilen hipotez, "Ön testlerde elde edilen toplam puan ortalamaları arasında kontrol ve deney grupları arasında anlamlı bir fark yoktur" şeklindedir. Tablo 1'deki sonuçlara göre, kontrol ve deney gruplarına ait ön testlerdeki matematiksel modelleme becerilerinin toplam puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($t=2.730$; $p>.05$). Bu nedenle, hipotez kabul edilmiştir. Ortalamaların pozitif çıkması, kontrol grubunun ön test modelleme becerilerinde deney grubundan daha yüksek puan aldığını göstermektedir. Ancak bu fark istatistiksel açıdan anlamlı değildir. Bu durum, uygulama öncesinde her iki grubun modelleme becerilerinin benzer seviyede olduğunu ortaya koymaktadır.

Öğrencilerin ön testlerden elde edilen modelleme beceri puanlarının karşılaştırılmasına yönelik Bağımsız Örneklem T Testi sonuçları ise Tablo 2'te detaylı bir şekilde gösterilmektedir.

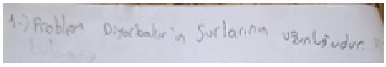
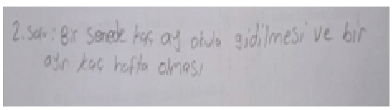
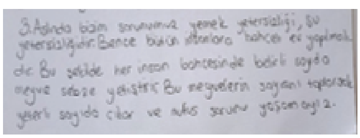
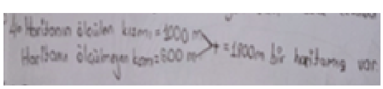
Tablo 2: *Ön Test Matematiksel Modelleme Problemleri Modelleme Beceri Puan Ortalamalarının Karşılaştırılmasına İlişkin Bağımsız Örneklem T-Testi Sonuçları*

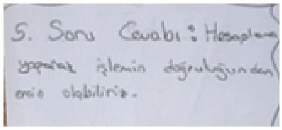
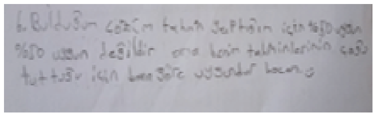
Modelleme Becerileri	Ortalama	Standart Sapma	Standart sapma hatası	t	p
Kontrol problemi anlama- Deney problemi anlama	.67000	1.08259	.54129	1.238	.304
Kontrol sadeleştirme- Deney sadeleştirme	1.68250	1.19086	.59543	2.826	.066
Kontrol matematikselleştirme- Deney matematikselleştirme	.97250	1.00351	.50175	1.938	.148
Kontrol matematiksel olarak çalışma- Deney matematiksel olarak çalışma	.61250	1.04008	.52004	1.178	.324
Kontrol yorumlama- Deney yorumlama	.39250	1.42514	.71257	.551	.620
Kontrol doğrulama- Deney doğrulama	.84250	.54396	.27198	3.098	.053

Ön testte kontrol ve deney grupları alt boyutları arasında anlamlı farkın olmadığı ifade eden yokluk hipotezini incelediğimizde, p değerinin tüm analizlerde 0,05'ten büyük olduğunu görürüz. Yani kontrol ve deney gruplarının alt boyutlarda da aralarında anlamlı bir fark yoktur.

Öğrencilerin modelleme etkinlikleri ile öğretim süreci öncesindeki modelleme beceri düzeyleri, uygulanan ön test problemleriyle öğrencilerin verdikleri cevaplardan doğrudan alıntılar yapılarak belirlenen düzeyler aşağıdaki Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3: *Öğrencilerin Ön Test Modelleme Etkinliklerinden Alıntılar ve Modelleme Beceri Düzeyleri*

Modelleme Becerisi	Alıntı	Açıklama	Beceri Düzeyi
Problemi Anlama		D8 kodlu öğrencinin "Problem Diyarbakır'ın surlarının uzunluğudur." Şeklinde açıklamasıyla problemde istenilen durumu ifade etmesine rağmen verilen ölçek ve genel bilgilerden hiç bahsetmediği görülmüştür. Ayrıca istenilen ve verilenler arasında bağlantı kuramamıştır.	Düzey 2
Sadeleştirme		D13 numaralı öğrenci okulda geçirilen zaman probleminde "Bir senede kaç ay okula gidilmesi ve bir ayın kaç hafta olması" gerektiği bilgilerini bilmesine rağmen bunların doğru süresini açıklamadığı görülmüştür. Değişkenleri belirli bir ölçüde belirlemekle beraber herhangi bir varsayımlarda bulunamamıştır.	Düzey 2
Matematikselleştirme		D21 kodlu öğrenci nüfus probleminde matematiksel olarak uygun çözümler üretmediği görülmüştür. Kabul edilebilir matematiksel modeller oluşturamamıştır.	Düzey 1
Matematiksel Olarak Çalışma		D22 kodlu öğrenci matematiksel modeli eksik sunmuştur. Çözümünde de eksiklikler içermektedir. Diyarbakır surlarının uzunluğunu bulmada yetersiz kalmıştır.	Düzey 2

Yorumlama		D30 kodlu öğrencinin spor salonu probleminde, en hesaplı kampanyayı seçme durumunda elde edilen matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında yorumlayamamıştır.	Düzey 1
Doğrulama		D6 kodlu öğrencinin okulda geçirilen zaman probleminde doğrulama yaklaşımında hatalar belirtmesine rağmen bu hataları düzeltmeye yönelik somut ifadelere yer vermediği görülmüştür.	Düzey 1

Uygulama öncesi öğrencilere yapılan ön testlerdeki problemlerde öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerinin düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Bunun nedeni olarak da öğrencilerin daha önce modelleme problemleriyle karşılaşmadıklarından ötürü olabilir.

Uygulanan modelleme etkinlikleriyle öğretim süreci sonunda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son test modelleme becerileri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan Bağımsız Örneklem T Testi sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4: *Son Test Matematiksel Modelleme Problemleri Toplam Puan Ortalamalarının Karşılaştırılmasına İlişkin Bağımsız Örneklem T-Testi Sonuçları*

	Ortalama farkı	Standart Sapma	Standart sapma hatası	t	p
Kontrol son test – Deney son test ortalama	-4.27458	.28631	.14316	-29.860	.000

Bu aşamada test edilen hipotez, "Son testlerde elde edilen toplam puan ortalamaları arasında kontrol ve deney grupları arasında anlamlı bir fark yoktur" şeklindedir. Tablo 4'te yer alan verilere göre, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son test matematiksel modelleme problemleriyle değerlendirilen modelleme beceri puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir (t=-29.860; p<.05). Bu nedenle, test edilen hipotez reddedilmiştir. Ortalamalar arasındaki farkın negatif olması, deney grubundaki öğrencilerin son test puanlarının kontrol grubu öğrencilerinin puanlarından daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, matematiksel modelleme problemleriyle gerçekleştirilen uygulamanın, deney grubu öğrencilerinin modelleme becerilerinde anlamlı bir gelişim sağladığını ortaya koymaktadır.

Öğrencilere uygulanan son test modelleme problemlerindeki modelleme beceri puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin Bağımsız Örneklem T Testi sonuçları Tablo 5'da verilmiştir.

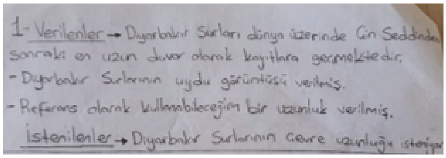
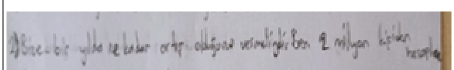
Tablo 5: *Son Test Matematiksel Modelleme Problemleri Modelleme Beceri Puan Ortalamalarının Karşılaştırılmasına İlişkin Bağımsız Örneklem T-Testi Sonuçları*

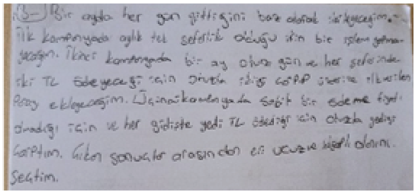
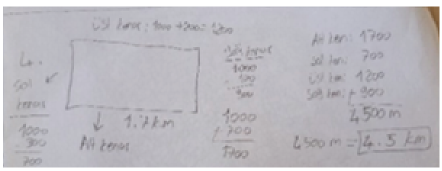
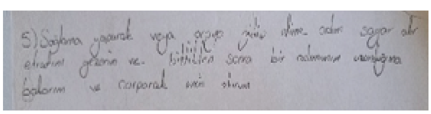
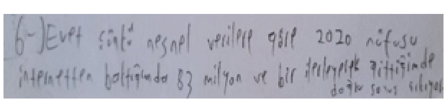
Modelleme Becerileri	Ortalama	Standart Sapma	Standart sapma hatası	t	p
Kontrol problemi anlama- Deney problemi anlama	-3.99000	.93663	.46831	-8.520	.003
Kontrol sadeleştirme- Deney sadeleştirme	-6.31500	.87203	.43601	-14.483	.001
Kontrol matematikselleştirme- Deney matematikselleştirme	-4.18250	.62270	.31135	-13.433	.001
Kontrol matematiksel olarak çalışma- Deney matematiksel olarak çalışma	-3.77500	.41869	.20934	-18.033	.000
Kontrol yorumlama- Deney yorumlama	-4.29500	.59164	.29582	-14.519	.001
Kontrol doğrulama- Deney doğrulama	-3.09000	.57810	.28905	-10.690	.002

Son testte kontrol ve deney grubu öğrencilerinin matematiksel modelleme becerileri (problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama) arasında anlamlı farkın olmadığı ifade eden yokluk hipotezini incelediğimizde, p değerinin tüm analizlerde 0,05'ten küçük olduğunu görürüz. Bu bağlamda sıfır hipotezi reddedilir ve kontrol ve deney grupları için son testleri matematiksel modelleme becerileri arasında anlamlı bir fark olduğu söylenir. Modelleme beceri puanları arasındaki en büyük farklılaşmanın sadeleştirme kısmında olduğu görülmüştür. Dolayısıyla gerçekçi varsayımda bulunma ve gerekli-gereksiz değişkenleri belirlemede iki grup arasındaki seviye farkı daha büyüktür. Kontrol ve deney grubunun son test modelleme beceri puanları arasındaki ortalama, negatif çıktığından dolayı deney grubu öğrencilerinin modelleme beceri puanlarının daha yüksek olduğunu söyleyebiliriz. Yapılan matematiksel modelleme etkinlikleri, deney grubu için olumlu sonuçlanmıştır.

Öğrencilerin modelleme etkinlikleri ile öğretim süreci sonrasındaki modelleme beceri düzeyleri, uygulanan son test problemleriyle öğrencilerin verdikleri cevaplardan doğrudan alıntılar yapılarak belirlenen düzeyler aşağıdaki Tablo 6'de verilmiştir.

Tablo 6: *Öğrencilerin Son Test Modelleme Etkinliklerinden Alıntılar ve Modelleme Beceri Düzeyleri*

Modelleme Becerisi	Alıntı	Açıklama	Beceri Düzeyi
Problemi Anlama		D17 kodlu öğrencinin Diyarbakır surları probleminde verilenleri ve istenilenleri eksiksiz olarak anlamlandırdığı ve aralarında uygun bir ilişki kurduğu görülmüştür.	Düzey 5
Sadeleştirme		D15 kodlu öğrenci nüfus probleminde sadeleştirme yaparken gerekli değişkenleri belirleyerek bir yıldaki artış miktarını 2 milyon olduğunu varsayarak doğru bir yaklaşımda bulunmuştur.	Düzey 4

<table>
<tr>
<td>Matematikselleştirme</td>
<td>
</td>
<td>D7 kodlu öğrenci spor salonu probleminde gerçekçi varsayımlar öne sürüp doğru bir şekilde oluşturduğu matematiksel modeli açıklayarak uygun ilişkilendirmelerde bulunmuştur.</td>
<td>Düzey 5</td>
</tr>
<tr>
<td>Matematiksel Olarak Çalışma</td>
<td>
</td>
<td>D2 kodlu öğrenci verilen alanı dikdörtgene benzeterek doğru oluşturduğu matematiksel modelin çözümünde sadece hesaplama kısmında ufak eksiklikler vardır.</td>
<td>Düzey 4</td>
</tr>
<tr>
<td>Yorumlama</td>
<td>
</td>
<td>D24 kodlu öğrencinin Diyarbakır surları probleminde günlük hayatla bağlantılı gerçekçi yorumlar yaptığı görülmüştür. Surların çevresini hesaplamada adım sayar kullanıp, adım boyunun uzunluğu ile çarparak doğru bir çözüm yolu sunmuştur.</td>
<td>Düzey 5</td>
</tr>
<tr>
<td>Doğrulama</td>
<td>
</td>
<td>D2 kodlu öğrenci nüfus problemi için oluşturduğu model için doğrulama yaklaşımında bulunurken nesnel verilerden yararlanarak 2020 yılındaki gerçek veriye ulaşarak ilerlediği yolun doğruluğunu somut ifadelerle desteklemiştir.</td>
<td>Düzey 6</td>
</tr>
</table>

Matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanmasının ardından gerçekleştirilen öğretim süreci sonunda, öğrencilerin son test modelleme problemlerinde verdikleri doğrudan cevaplardan da anlaşılacağı üzere, matematiksel modelleme beceri düzeylerinde anlamlı bir gelişim kaydedilmiştir.

Her iki grubun kendi içinde dört adet uygulanan ön test-son test modelleme problemleri arasındaki puan ortalamaları Bağımlı Örneklem T Testi ile incelenmiştir. Kontrol grubu öğrencilerin ön test-son test modelleme etkinlikleri toplam puan ortalamalarının karşılaştırılmasına ilişkin Bağımlı Örneklem T Testi sonuç tablosu aşağıdaki Tablo 7' de verilmiştir.

Tablo 7: *Kontrol Grubu Öğrencilerin Ön Test- Son Test Matematiksel Modelleme Toplam Puan Ortalamaları Bağımlı Örneklem T Testi Sonuçları*

	n	Ortalama	Standart Sapma	Standart sapma hatası	t	p
Kontrol ön test ortalama	30	3,3854	,42641	,42641	3,608	,037
Kontrol son test ortalama	30	2,3242	,56117	,56117		

Kontrol grubu için ön test- son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını incelediğimiz Bağımlı Örneklem T Testi sonucunda ($t=3,608$; $p<,05$) grubun ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. Hatta süreç içerisinde kontrol grubu öğrencilerinin ortalama puanında düşüş olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 8: *Deney Grubu Öğrencilerin Ön Test- Son Test Matematiksel Modelleme Toplam Puan Ortalamaları Bağımlı Örneklem T Testi Sonuçları*

	n	Ortalama	Standart Sapma	Standart sapma hatası	t	p
Deney ön test ortalama	30	2,5233	,48957	,24478	-25,078	,000
Deney son test ortalama	30	6,5988	,48521	,24260		

Deney grubu için ön test- son test puan ortalamaları arasında farklılık olup olmadığını incelediğimiz Bağımlı Örneklem T Testi sonucunda ($t=-25,078$; $p<,05$) grubun ön test ve son test ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık vardır. Deney grubu öğrencilerinin puan ortalamasının süreç sonunda büyük bir oranda arttığı gözlemlenmiştir. Bu bağlamda yapılan çalışmanın öğrencilerin modelleme becerileri üzerinde olumlu etkisinin olduğunu göstermektedir.

Nitel Verilerin Analizinden Elde Edilen Bulgular

Uygulama öncesi deney grubuyla yapılan ön görüşme formuyla öğrencilerin modelleme ve modelleme problemleri hakkındaki görüşleri açığa çıkarılmaya çalışılmıştır. D5 kodlu öğrenci *"Günlük hayat problemlerini çözmek bence hayatımızı kolaylaştırır mesela yemeklerde, eşya düzenlemekte işimize yarayabilir. Matematik mesleki durumlarda da çok önemlidir. Bildiğim kadarıyla mimarlık, aşçılık ve terzide kullanılıyor. Günlük hayatta bir ölçünün eksik ya da fazla olması ölçünün bozukluğuna neden olur. Bence matematikte şekil, tablo, grafik ve denklem kullanılması daha iyidir. Çünkü öğrencilerin matematikte her zaman sayı kullanması kafasını karıştırabilir ve bazen sıkıcı olabilir bu yüzden görsel ve geometrik ifadelerin olması iki yandan da iyidir."* şeklinde görüş bildirmiştir. Görüldüğü üzere öğrenci günlük yaşamda matematiğin öneminin ve günlük hayatta kullanım alanlarının farkında olmasına rağmen modelleme ve matematiksel modelleme problemleri hakkında yeterli şemaya sahip olmadığı anlaşılmaktadır. Benzer şekilde D27 kodlu öğrenci *"Bence matematiği günlük hayatta kullanmak önemli çünkü market alışverişinde kasiyere istenen parayı verebilmek, banka işlerini yapabilmek için hesaplamalar yapıyoruz. Matematiğin yapılma amacı işimizi kolaylaştırmak olduğu için günlük hayattan problemler olması bize fayda sağlar. Matematik problemlerinde grafik ve şekiller kullanmak bence önemlidir. Mesela korona vakalarını daha açık ve net şekilde görebildik. Böylece akılda daha çok kalıyor."* şeklinde matematiğin sadece hesaplama özelliği üzerinde durmuştur. Günlük hayat problemlerinin kullanımının matematiksel problemleri çözmede kolaylık sağladığını ifade etmesine rağmen modelleme ve matematiksel modelleme ile ilgili temel kavramların eksik olduğu görülmektedir. Elde edilen bu bulgular, öğrencilerin uygulama öncesinde modelleme ve matematiksel modelleme hakkında sınırlı düşüncelere sahip olduklarını ayrıca daha önce matematiksel modelleme kavramıyla karşılaşmadıklarını göstermiştir.

Deney grubuyla yapılan sekiz haftalık modelleme etkinliği öğretim süreci sonunda öğrencilerin modelleme, modelleme becerileri ve uygulanan etkinlikler ile ilgili düşüncelerini belirlemek amacıyla son görüşme formları uygulanmıştır. D19 kodlu öğrenci *"Daha önceden sadece verilen problemleri matematiksel işlem yaparak net ve tek bir sonuca ulaşıyorduk. Fakat Seçmeli Matematik dersinde çözmüş olduğumuz problemlerde net bir sonuç yoktu, herkesin kendi fikrine ve kişisel tercihine göre değişiyordu bazı sorular. Sınıfımızın düşünme şekli ve hayal gücü arttı bence. Bende artık daha farklı düşünüyorum. Diğer derslerden daha eğlenceliydi, bence daha fazla bu tarz sorular çözmeliyiz. Bu problemler gerçek hayatımızda karşımıza çıkabilir sorulardı, başkalarına yardım etmeyi sağladığı için toplumsal olarak da bizi geliştirir. Problemin altında yer alan küçük sorular çok işime yaradı. Çünkü soruyu çözerken ne yapacağımı bilmeden direkt soruyu çözmek zor* *oluyordu. Ancak alt sorular taktikler vererek yavaş yavaş problemi çözmemi sağladı. Normal sorulardan daha zordu ama biraz beynimizi çalıştırıp basit düşününce rahat çıktılar. İlk başlarda bana zor ve gereksiz geliyordu ama şimdi problemi anlayarak çözdüğüm için verilen sözel ifadeleri, grafikleri ve tabloları daha doğru yorumlayıp tahmin ettiğime güveniyorum.*" Şeklindeki açıklamasında verilen matematiksel modellemenin klasik sorulardan farklarına değinmiştir. Net ve tek cevabı olmayan, tahmin ve yorumlama gerektiren matematiksel modelleme sorularının yapısına vurgu yapılmıştır. Ayrıca kişisel ve toplumsal gelişim için önemli olduğunu dile getirerek modelleme sorularına daha fazla yer verilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Verilen alt problemlerin de problemi çözme noktasında kolaylık sağladığını ifade etmiştir. Sorulara ısındıktan sonra sınıfça oluşan düşünce gelişimini fark edip daha zevkli ve eğlenceli olduğunu belirtmiştir.

Benzer şekilde yapılan son görüşmede D8 kodlu öğrenci "*Bu ders olmadan önce hayatımda bu kadar farklı problemler görmemiştim. Test kitaplarında genellikle daha sade sorular var, bu şekilde resimler ve grafikler verilmiyor. İşlem yapmak yeterli oluyordu, bence bu sorular gelişmemizi engelliyor. Ama modelleme sorularında neden yaptığımızı tek tek açıklıyorduk. Modelleme soruları çok daha mantık gerektiren zor ama zevkli sorulardı, bizleri geliştirdiği için daha çok sevdim. Modelleme soruları daha çok düşünme gerektiriyor. Anlama ve yorumlama becerisini arttırdı. Grafik okumayı geliştirdi. Sorulardaki değişim-ilişkiler ve bazı belirsizlikler gerçekten günlük hayatta olan şeylerdi. Alt problemler, soruyu adım adım çözmemizi sağlıyordu. Nasıl olduğunu bilmiyorum ama problem çözme becerimi geliştirdi, iyi bir plan yapmayı ve farklı düşünmemi sağladı. Alt problemler biraz fazlaydı, son iki kısımda aklıma çok fazla fikir gelmiyordu.*" şeklindeki açıklamalarıyla benzer şekilde modelleme problemlerinin yapısına vurgu yapmıştır. Modelleme becerilerini ortaya çıkarmaya yönelik verilen alt problemlerin, planlama yapma ve problem çözme becerini geliştirerek soruyu daha rahat çözmesini sağladığını ifade etmiştir. Yorumlama ve doğrulama kısmında ise yetersiz kaldığını ancak bunun arkasında yatan nedene ait görüş belirtmediği görülmüştür.

Deney grubu öğrencilerle yapılan modelleme etkinlikleri öğretim süreci sonunda modelleme ve modelleme problemleri hakkındaki görüşlerini almak için yapılan son görüşme formlarında öğrencilerin genel olarak günlük hayat problemlerini kullanılmasının gerekli ve faydalı olduğunu düşündüklerini ifade etmişlerdir. Daha önceden modelleme problemleriyle karşılaşmadıklarını ve bu yüzden ilk başta zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Ancak uygulama süreciyle beraber sorulara yaklaşırken yorumlama ve anlama becerilerini kullanıp soruları rahatlıkla çözebilme güvenini ulaşmışlardır. Bu süreçte öğrencilerle beraber yapılan beyin fırtınası ve tartışmalarla öğrencilerin, farklı yönlerden düşünme becerilerinin geliştiğini ve hayal güçlerinin arttığını dile getirmişlerdir. Matematiksel modelleme problemlerin diğer klasik sorulardan daha zevkli ve eğlenceli olduğunu ayrıca modelleme becerilerini geliştirdiklerini dile getirerek modelleme problemlerine daha fazla yer verilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Modelleme becerilerini ortaya çıkarmaya yönelik olan alt problemlerin verilmesinden memnun olduklarını dile getirmişlerdir. Problemin çözümüne ulaşma noktasında onlara rehberlik ve kolaylık sağladığına dair görüşler belirtmişlerdir. Ancak zorlandıkları basamakların nedeni hakkında fikir belirtmişlerdir. Bunun nedeni olarak da daha önce modelleme problemleriyle ilgili tecrübe kazanmamış oldukları düşünülmektedir.

SONUÇ

Bu araştırmada, ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme problemleri ile modelleme becerilerindeki gelişimi incelenmiş ve elde edilen bulgular ilgili literatürle karşılaştırılmıştır. Araştırma öncesinde kontrol ve deney grubu öğrencilerinin modelleme becerilerinin düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Ön test sonuçlarına göre toplam puanlar arasında anlamlı bir fark bulunmaması, öğrencilerin benzer seviyede olduklarını göstermektedir. Bu durum, araştırmanın geçerlik ve güvenirlik açısından istenen koşulları sağladığını ortaya koymaktadır. Canbazoğlu ve Tarım'ın (2023) çalışmasında da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu araştırmada, Adenauer Heykeli ve Hava Durumu gibi model oluşturma etkinlikleriyle öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlikleri değerlendirildiğinde, özellikle problemi anlama, sadeleştirme, yorumlama ve doğrulama becerilerinde zorluk yaşadıkları belirlenmiştir.

Benzer şekilde, Baştürk'ün (2021) 6. sınıf öğrencileri üzerinde gerçekleştirdiği çalışmada, cebirsel problemlerin çözümünde matematiksel modelleme kullanılırken öğrencilerin verilenler ve istenenler arasında ilişki kurmakta, varsayımlarda bulunmakta ve sonuçları genelleştirmekte zorlandıkları gözlemlenmiştir. Bu durum, öğrencilerin cebirsel problemlerde matematiksel modeller oluşturma ve bu modellerden yararlanarak çözüme ulaşma becerilerinin düşük olduğunu ortaya koymuştur. Akıncan ve Tekin'in (2023) cebirsel ifadeler ve çarpma işlemleri üzerine yaptığı çalışmada da benzer şekilde, öğrencilerin modelleme konusundaki beceri düzeylerinin düşük olduğu belirlenmiştir. Literatürde öğretmen adayları üzerinde yapılan çalışmalar da benzer sonuçlar ortaya koymaktadır. Yanık, Bağdat ve Koparan'ın (2017) araştırmasında, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemleriyle ilk kez karşılaştıklarını ve bu problemleri çözmek için hangi adımları izleyeceklerini bilmediklerini ifade ettikleri görülmüştür. Bunun temel nedeninin, adayların daha önce matematiksel modelleme problemleriyle karşılaşmamış olmaları ve bu konuda yeterli deneyime sahip olmamaları olduğu düşünülmektedir.

Deney grubu öğrencilerine matematiksel modelleme etkinlikleri ile öğretim süreci yapılırken kontrol grubu öğrencileri ise okulda işlenen müfredata devam etmiştir. Bu süreç sonunda her iki gruba uygulanan son test matematiksel modelleme problemlerindeki tüm modelleme beceri puanları (problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama) arasında istatiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmüştür. Deney grubu öğrencilerinin modelleme beceri düzeylerinin daha yüksek düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca iki grubun modelleme becerileri arasındaki en büyük farkın sadeleştirme becerisi olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmanın deney grubu öğrencilerinin modelleme becerileri üzerinde gelişim gösterdiği söylenebilir. Alan yazındaki çalışmalar bu bulgularla paralellik göstermiştir. Çiltaş ve Zihar (2018) matematiksel modelleme yöntemiyle sekizinci sınıf öğrencilerinin ifadeler konusundaki öğretimine yönelik yaptığı eylem araştırması sonucunda modelleme etkinlikleri sonrasında öğrencilerin akademik başarılarında anlamlı bir artış olduğu incelenmiştir. Benzer bir çalışma Doruk ve Umay (2011) tarafından, matematiksel modellemenin, günlük yaşamda matematiği transfer etme etkisinin incelendiği araştırmada, test sonucu verilerin puanlarında bir artış gözlemlendiği ve matematiksel modelleme etkinlikleriyle yapılan çalışmanın öğrencilerin günlük hayatta karşılaşılabilecek problemleri matematikten faydalanarak çözme seviyelerinin arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca matematiksel modelleme etkinlikleriyle çalışan grubun günlük hayatlarında da matematik dilini kullanma seviyelerinin modelleme etkinliklerinin kullanılmadığı kontrol grubuna göre de anlamlı derecede arttığı görülmüştür. Görüldüğü üzere bireylerin günümüzde her an karşımıza çıkabilecek problemlere cevap bulabilmeleri için gerekli becerilerin geç olmadan temel dönemlerde verilmesi gerekir. Bu bağlamda matematiksel modelleme problemlerin eğitim sistemine daha erken yaşlarda bol bol verilmesi önemli bir husustur.

Kalaycı'nın (2017) 7. sınıf öğrencilerinin bilişsel ve üstbilişsel matematiksel modelleme becerileri üzerine yaptığı araştırmada, başarı düzeyi düşük olan grubun, belirli yeterlikler açısından, yüksek başarı seviyesine sahip grup kadar ilerleme kaydettiği tespit edilmiştir. Kurtuluş Kayan (2019) ise yüzdeler konusu üzerine yaptığı çalışmada, matematiksel modelleme etkinlikleriyle çalışan öğrencilerin başlangıçta zorluk yaşadıklarını ancak süreç içerisinde bu etkinliklere uyum sağladıklarını ve etkinliklerin eğlenceli hale geldiğini belirtmiştir. Çalışma sonunda öğrencilerin yüzdeler konusunu daha iyi anladıkları ve bu konunun günlük yaşamla ilişkisi konusunda farkındalık kazandıkları görülmüştür. Bu bulgular, matematiksel modellemenin, günlük yaşam problemlerine etkili çözümler üretebilen ve bu becerileri alışkanlık haline getirebilen bireyler yetiştirmek için önemli bir araç olduğunu göstermektedir. Modelleme etkinliklerine katılan öğrencilerin derse daha istekli hale geldikleri ve ilk kez karşılaştıkları problemlere karşı daha ilgili oldukları gözlemlenmiştir. Bu nedenle, öğrencilerin bu yeterlikleri sürdürülebilir şekilde geliştirebilmeleri için matematiksel modelleme çalışmalarının sınıf ortamında daha fazla yer alması gerektiği vurgulanmaktadır.

Uygulanan matematiksel modelleme etkinliklerinin ile öğrencilerin modelleme becerilerinde gelişim göstermesiyle beraber öğrencilerin bazı becerilerde zorluk çektiği sonucuna da ulaşılmıştır. Kırlı (2023) araştırmasında bunu destekler niteliktedir. Fermi problemleri uygulamaları ile ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerilerinin incelendiği araştırmada, adayların en başarılı olduğu yeterlilik anlama ve en başarısız olduğu yeterliliğin ise doğrulama ve yorumlama olduğu belirlenmiştir. Nitel verilerin analizinde kullanılan görüşme formlarında öğrencilerin en çok yorumlama ve doğrulama basamaklarında güçlükler yaşadıklarını ve bu sorunların arkasındaki nedenleri ifade etmedikleri görülmüştür.

Uygulanan matematiksel modelleme etkinlikleriyle ile öğretim süreci sonunda öğrencilerin tüm modelleme becerilerinin düzeylerinde gelişim olduğu görülmüştür. Uygulama öncesinde öğrencilere uygulanan ön görüşme formalarında öğrencilerin modelleme hakkında sınırlı görüşlere sahip olduğu görülmüştür. Uygulama matematiksel modelleme etkinlikleri sonunda ise yapılan görüşme sorunlarında öğrencilerin modelleme problemleri ve modelleme becerilerini ortaya çıkaran alt problemlerin verilmesinde olumlu görüş belirtmişlerdir. Ön test problemlerinde daha önce karşılaşmadıkları için ne yapacaklarını bilemeyip doğrudan sorunun çözümüne odaklanarak uğraştıklarını ifade etmişlerdir. Uygulama öncesinde bu problemlerle daha önce karşılaşmadıklarını belirterek problemlerin gereksiz ve zor olduğu kanısında olmalarına rağmen uygulama sonrasında modelleme problemlerin toplumsal, kişisel ve mesleki açısından yararlı olduğunu ve anlamlandırma yaparak daha kolay çözdüklerini vurgulamışlardır. Ayrıca uygulama sonrasında ise verilen alt problemlerin, çözümü kolaylaştırdığını ve rehberlik ettiğini ifade etmişlerdir. Süreçle beraber sorulara ısındıkları ve eğlenceli bulduklarını dile getirerek bu tarz modelleme problemlerine daha fazla yer verilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Buna benzer bulgular, Kal (2013) matematiksel modelleme etkinliklerinin ilköğretim altıncı sınıf öğrencilerinin modelleme etkinlikleri ile öğretimden sonraki problem çözme tutumların incelediği araştırmasında yer vermiştir. Yapılan çalışma sonucunda matematiksel modelleme etkinliklerinin kullanıldığı grubun kullanılmayan gruba göre hoşlanma boyutu son test puanları arasında istatiksel olarak anlamlı bir artış olduğu fark edilmiştir. Bu bulgulardan yola çıkarak öğrencilerin matematik problemi çözmeye karşı hoşlanma anlamında olumlu tutum geliştirdiklerini ortaya çıkarmaktadır. Dolayısıyla matematiksel modelleme problemleri ile öğrenciler edindikleri kavramsal bilgilerin, günlük hayattaki yerini fark ederek matematiği öğrenme ve kullanma noktasında daha fazla motive olabilirler.

Öneriler

• Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre öğrencilerin en çok zorlandıkları modelleme becerileri yorumlama ve doğrulama basamağıdır. Öğrencilere yapılacak olan tahmin, yorumlama, ilişkilendirme ve doğrulama becerilerinin barındırdığı etkinliklerle öğrencilerin yorumlama ve doğrulamadaki modelleme becerilerinin gelişimi incelenebilir.

• Bir eylem araştırması olarak da öğrencilere uygulanan matematiksel modelleme problemleri ile uzun bir süre sonrasında modelleme becerilerini farklı alanlarda kullanma yeterlilikleri incelenebilir.

• Öğrencilerin modelleme becerilerinin gelişiminin üzerinde şüphesiz ki en büyük öneme sahip olan kişiler, öğretmenlerdir dolayısıyla öğretmenlerin de modelleme becerilerinin gelişimine yönelik seminerler ve eğitici uygulamalar verilebilir.

• Modelleme problemleri birçok beceriyi aynı anda barındırdığı için öğrencilerin disiplinler arası STEM çalışmalarında kullanılması önerilir.

• Çalışma yedinci sınıf öğrencileri ile yürütülmüştür. Farklı sınıf seviyeleriyle modelleme üzerinde çalışmalar yapılarak modelleme becerilerinin gelişimi incelenerek literatüre zenginlik katacağı düşünülmektedir.

Notlar

Bu araştırma, TÜBİTAK 2209/A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında desteklenen ‘’ Sınıflandırılmış Matematiksel Modelleme Problemleri ile 7. Sınıf Öğrencilerinin Modelleme Becerilerinin Gelişiminin İncelenmesi” başlıklı projeden üretilmiştir.

KAYNAKLAR

Akıncan, E., & Tekin, B. (2023). Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerin Cebirsel İfadelerde Çarpma İşlemini Modelleme Konusundaki Başarı Düzeylerinin İncelenmesi. *Trakya Eğitim Dergisi*, *13*(1), 735-752.

Altun, M., & Arslan, Ç. (2006). İlköğretim öğrencilerinin problem çözme stratejilerini öğrenmeleri üzerine bir çalışma. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *19*(1), 1-21.

Baştürk, V. (2021). *Altıncı sınıf öğrencilerinin cebirsel problemleri matematiksel modellemeyi kullanarak çözme becerilerinin incelenmesi* (Master's thesis, Bursa Uludağ Üniversitesi).

Borromeo Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the mode ling process. *Zentralblatt Für Didaktik Der Mathematik. The International Journal on Mathe matics Education*, *38*(2), 86-95.

Canbazoğlu, H. B., & Tarım, K. (2023). İlkokul Dönemi Öğrencilerinin Bilişsel Matematiksel Modelleme Yeterlikleri. *SDU International Journal of Educational Studies*, *10*(1), 1-21.

Çiltaş, A., & Zihar, M. (2018). Matematiksel Modelleme Yöntemiyle 8. Sınıf Üslü İfadeler Konusunun Öğretimine Yönelik Bir Eylem Araştırması. *e-Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi*, *5*(3), 46-63.

Dede, C. (2010). Comparing frameworks for 21st century skills. 21st century skills: Rethinking how students learn, 20(2010), 51-76.

Doruk B. K., & Umay, A. (2010). Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *41*(41).

Ersoy, Y. (2003). Teknolojiden kaynaklanan eğitim-1: Gelişmeler, eğitim ve stratejiler. İlköğretim Çevrimiçi, 2 (1).

Kal, F. M. (2013). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilköğretim 6. Sınıf öğrencilerinin matematik problemi çözme tutumlarına etkisi* (Master's thesis, Kocaeli Universitesi, Fen Bilimleri Enstitusu).

Kalaycı, Ö. (2017). *Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin bilişsel ve üst bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerinin incelenmesi* (Master's thesis, Bartın Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Kırlı, E. (2023). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlilikleri: Fermi problemleri uygulamaları* (Master's thesis, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Kurtuluş Kayan, A. (2019). *Yüzdeler Öğretiminde Matematiksel Modelleme Etkinlikleri Kullanımının Öğrencilerin Başarısı ve Matematiği Günlük*

Hayatla İlişkilendirme Becerisine Etkisi (Doctoral dissertation, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü (Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi)).

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2009). *İlköğretim matematik dersi öğretim programı ve kılavuzu.* Ankara: MEB Basımevi. Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2011). İlköğretim matematik dersi öğretim programı ve kılavuzu. Ankara: MEB Basımevi.

Özdemir, G., & Işık, A. (2015). Katı Cisimlerin Alan ve Hacimlerinin Matematiksel Model ve Matematiksel Modelleme Yöntemiyle Öğretimine Yönelik Öğretmen Görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 23*(3), 1251-1276.

Özgen, K., & Şeker, İ. 6. Sınıf Öğrencilerinin Farklı Matematiksel Modelleme Problemlerindeki Beceri Gelişimlerinin İncelenmesi. *Milli Eğitim Dergisi, 50*(230), 329358.

Tanju, B. (2020). Matematik Öğretmen Adaylarının Temsil ve İlişkilendirme Becerilerinin Matematiksel Modelleme Sürecinde İncelenmesi.

Tekin Dede, A. & Bukova Güzel, E. (2018). A rubric development study for the assessment of modeling skills. *The Mathematics Educator, 27*(2), 33-72.

Yanık, H. B., Bağdat, O., & Koparan, M. (2017). Ortaokul öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemlerine yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi, 5*(1), 80-101.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2005). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri.* Ankara: Seçkin Yayıncılık

Bölüm 4

7. SINIF ORAN ORANTI KONUSUNUN ÖĞRETİMİNDE SANATSAL MATEMATİK ETKİNLİKLERİ KULLANIMININ ÖĞRENCİLERİN DERSE KATILIM VE MOTİVASYONUNA ETKİSİ

***Neşe Feyza AYDIN*[1]**

***Şevval Gökcen*[2]**

***Hasan Ünal*[3]**

1 Neşe Feyza AYDIN, Öğrenci, Yıldız Teknik Üniversitesi, ORCID ID: 0009-0000-1676-9365
2 Şevval Gökcen, Arş. Gör., ORCID ID: 0000-0002-3552-0298
3 Hasan Ünal, Prof. Dr., ORCID ID: 0000-0002-4661-111X

ÖZET

Bu çalışma, 7. sınıf oran ve orantı konusunun öğretiminde sanatsal matematik etkinliklerinin öğrencilerin matematik dersine katılımı ve motivasyonu üzerindeki etkisini araştırmıştır. Araştırmada deney ve kontrol gruplu ön test-son test desen kullanılmış, deney grubundaki öğrencilere dört hafta boyunca sanatsal matematik etkinlikleri uygulanmıştır. Etkinlikler, matematik ve sanat ilişkisini kurmayı hedefleyen "Origami Sanatı ile Doğru Orantıları Kuruyorum" ve "Kareleme Resim Tekniği ile Oranlı Kelebekler Çiziyorum" gibi çalışmalardan oluşmuştur. Bulgular, sanatsal etkinliklerle yapılan öğretimin, öğrencilerin matematik motivasyonu ve derse katılımı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etki oluşturmadığını göstermiştir. Ancak uygulama sırasında yapılan gözlemler ve literatürle yapılan karşılaştırmalar, bu tür etkinliklerin öğrencilerin matematikle sanat ilişkisini kurma becerilerini geliştirdiğini ve dersleri daha ilgi çekici hale getirdiğini ortaya koymuştur. Sanatsal matematik etkinlikleri ile ilgili literatürde genellikle akademik başarı ve tutum konularına odaklanılmış, motivasyon ve katılım üzerine yapılan çalışmalar sınırlı kalmıştır. Bu bağlamda, çalışmanın bulguları, sanatsal matematik etkinliklerinin nitel verilerle desteklenerek daha derinlemesine incelenmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Gelecekteki çalışmalar için sanat ve matematik ilişkisini farklı matematik konularına entegre etmek ve öğrenci görüşlerine dayalı nitel analizler yapmak önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Matematik ve sanat, Oran orantı, derse katılım ve motivasyon

GİRİŞ

Doğanın içindeki hakikati, doğruyu arayan matematik ile doğanın içindeki güzelliği, estetiği arayan sanat arasında çok yönlü güçlü bir ilişki vardır. Matematik içinde yaşadığımız dünyayı anlamamıza, doğru kararlar vermemize yardım ederken sanat dünyamızı daha güzel hale getirmemizi sağlar. Matematik ve sanat arasındaki ilişki yalnızca iki disiplinin de doğa ile etkileşimli olmasından kaynaklanmaz, matematiğin içinde sanatsal bir öz bulunduğu gibi sanatın içinde de matematiksel bir öz bulunmaktadır. Matematiğin sanatla olan ilişkisinin tarihi insanlığın ilk çağlarına kadar uzanmaktadır. Platon'un sanat kuramının düşünsel evriminin analiz edildiği araştırmada sanatsal yaratma düşüncesinin gelişim süreci açıklanmış, biçimsel estetiğin evrensel kural ve ilkelerinin matematik ve geometriye dayandığı ifade edilmiştir bu bağlamda sanatın özünde matematiksel ve geometrik yasalar bulunduğu sonucuna ulaşılır (Ülger,2013). Tarihsel süreç içerisinde geometrik şekiller ile süsleme sanatı, helis eğrisinin kullanımı, Fibonacci sayı dizisinin ve altın oranın keşfedilmesi ile belirgin hale gelen matematik ve sanat ilişkisi doğanın geometrisi olarak bilinen fraktalların keşfiyle giderek netleşmiştir. Teknolojinin gelişimi ile yeni bir boyut kazanmıştır. Böylece birçok araştırmacının ilgi odağı haline gelmiştir. Günümüzde, matematiğin görsel, işitsel ve dramatik sanatlar ile ilişkisini içeren çalışmalar yapılmaktadır (Atasay,2017). Matematik ve sanat ilişkisinin matematik eğitiminde önemli bir rolü vardır. Matematik bazı öğrenciler için anlaşılması zor ve sıkıcı bir derstir. Öğrencilerin zihninde oluşan bu yargının en önemli nedeni, matematiği yalnızca sayılar ve miktar ile ilişkili olduğunu düşünmeleridir. Öğrencilerin matematik ve sanat ilişkisini kurmalarını sağlamak öğrencilerin zihninde oluşan bu sınırlılığın ortadan kalkmasına yardımcı olacak ve matematik dersine yönelik düşüncelerini olumlu yönde etkileyecektir.

Matematik eğitiminde matematik ve sanat ilişkisine yer verilmesi yapılandırmacı öğretim yaklaşımı ile yaygınlaşmıştır. Ülkemizde yapılandırmacı yaklaşım benimsenmiş olup eğitimin tüm kademelerinde uygulanmaktadır. Millî Eğitim Bakanlığı matematik dersi öğretim programında matematik ve sanat ilişkisine önem vermiştir. İlhan ve Aslaner (2019) yaptıkları araştırmada 2005,2009,2013,2017,2018 yıllarında yayınlanmış Millî Eğitim Bakanlığı matematik dersi öğretim programlarını incelemişlerdir. İlhan ve Aslaner (2019)'in araştırmasında matematik öğretim programının genel amaçları kronolojik sıraya göre tablo şeklinde sunulmuştur, 2013 senesi haricindeki tüm senelerde "matematiğin sanat ve estetikle ilişkisini fark edebileceklerdir" maddesine yer verilmiştir. Matematik dersi öğretim programlarında ifade edilmiş olan yetkinlikler ve becerileri incelediğimizde estetik becerisinin 2017 yılı itibari ile programa dahil edildiği görülmektedir (İlhan, 2019). Estetik becerisinin 2017 yılı itibari ile öğretim programına dahil edilmesi sanat ve matematik ilişkisine verilen önemin giderek arttığını göstermektedir.

Matematik ve sanat ilişkisi literatürde daha çok iki disiplin arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktadır (Örn: Koçak,2014, Esi,2017, Duru,2005), matematik eğitimi özelinde sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır bu çalışmalardan birinde mandala desenlerinin incelendiği ders planının simetri öğretiminde kullanımını araştırılmıştır. Araştırmada öğrencilere birtakım görevler verilmiş, öğrencilerin bu görevleri gerçekleştirmede istekli oldukları görülmüştür. Araştırmanın sonuç bölümünde, mandala desenlerinin incelenmesinin matematik öğretim programındaki ilgili simetri konularına giriş için etkili bir yöntem olarak kullanılabileceğini ifade edilmiştir (Atasay,2017). Yapılan başka bir çalışmada, sanat ile zenginleştirilmiş matematik etkinlikleri ile öğretimin 5.sınıf öğrencileri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Araştırmanın sonucuna baktığımızda sanat temalı matematik etkinliklerinin dersi sıkıcılıktan kurtaracağı, öğrenmeyi eğlenceli hale getireceği ve öğrencilerin derse katılımını olumlu yönde etkileyeceği ifade edilmiş, araştırmanın öneriler bölümünde öğretmenlerin bu konuda bilgilendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Yıldızhan,2019). Matematik ve müzik ilişkisini temel alan başka bir araştırmada ise, kesirlerde toplama ve çıkarma konusunun öğretiminde matematik ve müzik ilişkisini temel alan etkinlikler kullanılmış olup bu etkinliklerin öğrencilerin bilgi ve beceri düzeylerine etkileri incelenmiştir. Yapılan uygulamaların sonunda, müzik ve matematiği ilişkilendiren etkinlikler ile yapılan öğretimin öğrencilerin bilgi ve beceri düzeylerine olumlu yönde etki ettiği sonucuna varılmıştır. Araştırmanın öneriler bölümünde oran orantı konusunun öğretiminde müzik teorisine dayalı etkinliklerin kullanılabileceği ifade edilmiştir (Doğan, 2020). Otantik etkinliklerin oran orantı konusunun öğretim sürecinde kullanılmasının öğrencilerin ders başarılarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisini araştıran çalışmanın sonuçlarına baktığımızda otantik olarak adlandırılan etkinlikler aracılığıyla gerçekleşen öğretimin geleneksel yöntemle gerçekleştirilen matematik öğretimine kıyasla daha etkili sonuçlar ortaya koyduğu olduğu sonucuna varılmıştır. Araştırmanın öneriler bölümünde matematik dersinde bu etkinliklere sıklıkla yer vermenin, öğrencilerin matematiğe karşı tutumlarını olumlu yönde etkileyeceğine değinilmiştir (Özkan,2019). Geleneksel Türk sanatlarından biri olan ebru sanatının fen bilgisi eğitiminde kullanımına dair yapılan çalışmanın öneriler bölümünde disiplinler arası çalışmaların ilköğretim kademesinde yalnızca Fen Bilgisi derslerinde değil; Matematik ve diğer temel alan derslerinde de kullanılabileceği ifade edilmiştir (Aycan ve Güç, 2017). Literatürdeki araştırmaları incelediğimizde matematik ve sanatın ilişkilendirilmesinde etkinlik ile öğretimin ön plana çıktığını görmekteyiz. Senemoğlu'na (2005) göre öğretmen öğrencilerine problemi vererek; öğrencilerin soru sorabilecekleri, keşfedebilecekleri ve deney yapabilecekleri etkinliklerle tasarlanmış bir öğrenme planı tasarlamalıdır. Bu bağlamda matematik ve sanat ilişkisini kurdurmak için kullanılacak en uygun yöntemlerden biri sanatsal etkinlikler ile matematik öğretimdir. Yapılan çalışmaların sonuçlarına baktığımızda, matematik eğitiminde sanat ve matematik ilişkisinin kurdurulmasının matematiğe yönelik olumlu bir etki oluşturduğunu görebiliriz. Öğrencilerin matematik motivasyonu, matematik eğitiminin niteliğini etkilediğinden oldukça önemli bir kavramdır. Öncü (2004) çalışmasında motive olmanın öğretmen ve öğrencilerin öğretim sürecinden daha fazla keyif almalarına imkân sağladığını belirtmiştir. Öğrenmenin gerçekleşmesi için için ilk olarak öğrenilecek şeye karşı istek önemlidir, dolayısıyla matematik öğretiminden keyif alan öğrenci matematik öğrenmeye karşı istek duyacaktır. Öğrenmede motivasyonun etkilerini inceleyen çok sayıdaki çalışma, eğitimin bilişsel süreçler kadar motivasyonu arttıracak faktörleri de içermesinin önemine vurgu yapmaktadır (Anderman & Young, 1994; Lee & Brophy, 1996; Pintrich et al., 1993; Pintrich, 2003; Zusho et al., 2003).

Matematik ve sanat ilişkisinin en çok vurgulandığı durum altın orandır, matematik ve sanat ilişkisine dair yapılan çalışmaların önemli bir kısmında altın orandan bahsedilmiştir (Duru, 2005). Ayhan Esi (2017) Sanat ve Matematik adlı makalesinde altın oranın kainattaki her şeyde kullanılan geometrik ve sayısal bir sistem olduğunu ifade etmiştir. Leonardo Da Vinci'nin Mona Lisa Tablosu ve Vitruvius Adamı, altın üçgen, altın dikdörtgen, büyük piramit, Parthenon tapınağı, Divriği Külliyesi, Süleymaniye ve Selimiye camilerinin minarelerindeki altın oran, sanat ve matematik arasındaki ilişkinin açıklandığı çalışmalarda ön plana çıkmaktadırlar. İşitsel sanatlardan müzik ile oran orantı arasındaki ilişki Fourier'in araştırmasına dayanılarak açıklanmıştır. Fourier müzikal seslerin niteliğini incelediği araştırmasında telli çalgıları, telin belirli tam sayı oranlarında bölünmesi ile farklı notaları oluşturduğunu ifade etmiştir (Esi,2017). İlgili örneklerin çokluğundan da görülebileceği üzere matematik ve sanat arasındaki ilişkinin ortaya konmasında oran orantı konusunun önemi büyüktür, sanatsal etkinlikler ile matematik öğretiminde oran orantı konusunun seçilmesinin temel nedeni budur. Matematikçiler matematiğin içindeki güzelliği keşfederler matematikçilerin keşfettikleri bu olguya matematiğin estetiği denmektedir. Matematikçilerde olan bu estetik algısının öğrencilerde de oluşması öğrencilerin matematiğin içindeki güzelliği keşfetmelerini sağlar. Matematiğin içindeki güzelliği keşfeden öğrencilerin matematik dersine yönelik motivasyonunun ve derse katılımının artması beklenmektedir. Bu projede matematik öğretim programında yer alan 7. Sınıf Oran ve Orantı konusunun kazanımlarına yönelik tasarlanan sanatsal etkinliklerin öğrencilerin matematik motivasyonlarına ve derse katılımlarına etkisi araştırmıştır. Projenin amacı 7. Sınıf öğrencilerinin oran orantı konusunun öğretiminde matematik ve sanat ilişkisini kurmalarını sağlayarak matematik dersine yönelik motivasyonlarını ve derse katılımlarını arttırmaktır.

Araştırma Soruları:

1. Sanat ile ilişkilendirilmiş etkinlikleriyle yapılan öğretimin öğrencilerin matematik motivasyonuna etkisi nedir?

2. Sanat ile ilişkilendirilmiş etkinlikleriyle yapılan öğretimin öğrencilerin matematik dersine katılımına etkisi nedir?

YÖNTEM

Araştırma Deseni

Bu araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden deneysel desen kullanılmıştır. Deneysel desenlerden deney ve kontrol gruplu ön test son test yöntemi uygulanmıştır. Yani, deney ve kontrol grupları seçilmiş ve bu gruplara ön ve son testler uygulanarak ölçümler yapılmıştır.

Örneklem

Araştırmanın örneklemi için, kolay erişilebilir örneklem yöntemi tercih edilmiştir. Bu bağlamda örneklemi 2023-2024 eğitim-öğretim yılında İstanbul ilinde Millî Eğitim Bakanlığı'na bağlı bir resmi ortaokulda öğrenim gören 7. Sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Bu ortaokulda toplamda 80 öğrenci ile çalışma yürütülmüştür.

Araştırma örnekleminin demografik bilgilerine göre dağılımı aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 1. *Demografik Bilgiler Dağılımı*

		f	%
Cinsiyetiniz	Kadın	23	57,5
	Erkek	17	42.5
	Total	40	100

Veri Toplama Araçları

Araştırmanın verileri toplamak amacıyla Matematik Motivasyon Ölçeği (Aktan ve Tezci, 2012) ve Matematik Dersine Bağlılık Ölçeği (Mazmar Akar vd., 2017) ölçekleri kullanılmıştır. Bu ölçekler kontrol ve deney gruplarına ön test ve son test olarak uygulanmıştır.

Verilerin Analizi

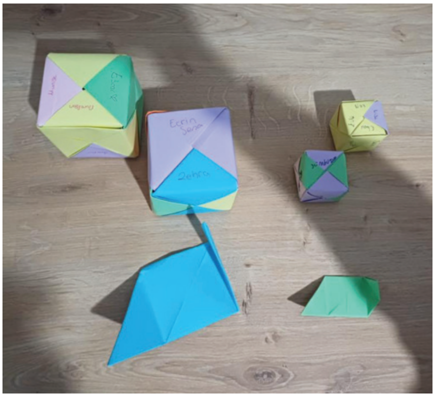
Verilerin analizinde, IBM Statistical Package for the Social Science (SPSS) Version 26 kullanılmıştır. Bu istatistik programı kullanılarak, öğrencilerin ön testlerinden ve son testlerinden elde edilen puanların arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirleyebilmek amacıyla bağımlı örneklemler için t testi yapılmıştır.

Araştırma Süreci

Bu araştırma kapsamında etkinlikler 4 hafta boyunca deney grubundaki öğrencilere uygulanmıştır. Her hafta için planlanmış matematik ve sanat ilişkisini içeren etkinlikler mevcuttur. Bu etkinlikler; ''Origami Sanatı ile Doğru Orantıları Kuruyorum", '' Matruşka Bebekler ile Orantılı Dizilim Oluşturuyorum", '' Kareleme Resim Tekniği ile Farklı Oranlarda Kelebek Çizebiliyorum", ''Pantograf ile Bir Resmin Farklı Ölçülerini Çizebiliyorum" şeklindedir.

Etkinliklerin uygulanmasında kullanılacak malzemelerin temini sağlanmış ve 4 haftalık etkinlik planları hazırlanmıştır. Çalışmanın yürütüleceği öğrencilere 4 hafta sürecek etkinlik süreçleri ve çalışma sürecindeki detaylar hakkında öğrencilere bilgi verilmiştir. Uygulama öncesinde kontrol ve deney grubundaki öğrencilere "Matematik Dersine Bağlılık Ölçeği" ve Matematik Motivasyon Ölçeği" ön test olarak uygulanmıştır.

1. *Origami Sanatı ile Doğru Orantıları Kuruyorum:* Origamiden küp yapımı için 6 adet origami kağıdına ihtiyaç vardır. 6 adet origami kâğıdı yönergeye göre katlanıp iç içe geçirildiğinde bir küp elde edilir.

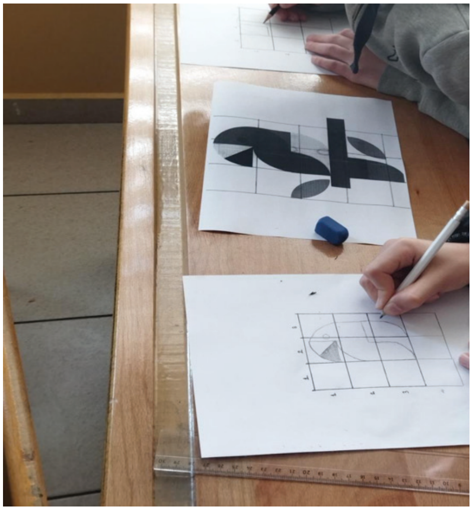


Şekil 1. *Öğrencilerin Origami Sanatı ile Oluşturdukları Küpler*

2. *Matruşka Bebekler ile Orantılı Dizilim Oluşturuyorum:* Matruşka bebekler büyükten küçüğe doğru dizilerek sırasıyla boy uzunlukları ölçülür. Bebeklerin boyları arasında orantı olup olmadığı incelenir. Orantılı değilse orantılı olabilmesi için hangi bebeklerin sıradan çıkarılması gerektiği tespit edilir.

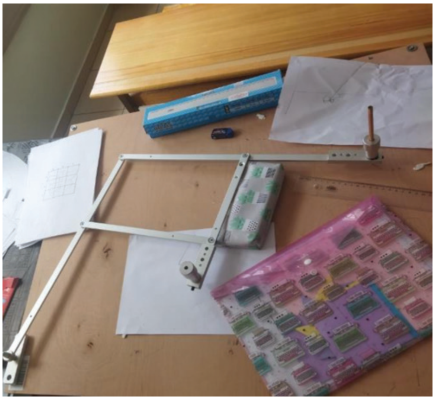
Şekil 2. *Matruşka Bebek Etkinliği*

3. *Kareleme Resim Tekniği ile Farklı Oranlarda Kelebek Çizebiliyorum:* Kareleme tekniğinde fotoğraf veya örnek resim karelere ayrılır, yeni resmin çizileceği kâğıt da eşit sayıda kareye bölünür. Örnek resimdeki her bir karede görülen şey çizim kâğıdına aktarılır. Böylece tüm kareler tamamlandığında resim ortaya çıkmış olur. Bu etkinliğin oran orantı konusunun öğretiminde kullanımı karelerin boyutlarının değiştirilmesi ile gerçekleştirilebilir.



Şekil 3. *Kareleme Tekniğiyle Çizim Yapan Öğrenciler*

4. *Pantograf ile Bir Resmin Farklı Ölçülerini Çizebiliyorum:* Pantografın kolları üzerinde yer alan sıralı delikler standart çizim ölçeklerini göstermektedir. Pantografın bir ucu işaretleyici uç diğer ucu ise çizim ucu olarak adlandırılır. İşaretleyici uç cisim üzerinde gezdirilince kopya kağıdında, çizim ucunda belirlenen ölçeğe göre cismin farklı bir boyutu oluşmaktadır.



Şekil 4. *Pantograf Etkinliği*

BULGULAR

Bu bölümde, öncelikle bağımlı örneklem t testinin yapılabilmesi bir koşul olan için normallik testlerine yer verilmiştir. Sonrasında yapılan uygulamaların bulgularına yer verilecektir.

Normallik Testleri

Tablo 2. *Ön Test ve Son Test Verilerinin Normallik Testi Anlamlılık Değerleri*

	Gruplar	Test Türü	p
Matematik Motivasyon Ölçeği	Kontrol	Ön Test	.200
	Kontrol	Son Test	.200
Matematik Motivasyon Ölçeği	Deney	Ön Test	.200
	Deney	Son Test	.200
Matematik Dersine Katılım Ölçeği	Kontrol	Ön Test	.200
	Kontrol	Son Test	.084
Matematik Dersine Katılım Ölçeği	Deney	Ön Test	.163
	Deney	Son Test	.200

Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğinin incelenebilmesi için kullanılan yöntemlerden biri normallik testinin incelenmesidir. Bu araştırmada Kolmogorov-Smirnov kullanılarak normallik incelenmiştir. Tablo 2'ye göre değerler incelendiğinde, normallik testi için kurulan *''H0= Verilerin dağılımları normaldir''* hipotezi, $p>0,05$ olduğundan kabul edilir. Bu bağlamda veriler normal dağılmaktadır. Bu bağlamda normal dağılan verilerde kullanılan parametrik testlerden olan bağımlı (ilişkili)örneklemler için t testi uygulanabilir.

Deney ve kontrol grupları, aynı sınıf ve başarı düzeyinde öğrencilerden seçildiğinden, iki grup arasında fark olmadığı var sayılmıştır. Bu sebeple deney ve kontrol grupları ön testleri arasında bağımsız örneklemler için t testi uygulanmamıştır.

1. **Matematik Motivasyon Ölçeği Puanlarının Karşılaştırılması**

Öğrencilerin motivasyonları arasında meydana gelen farkı ölçmek amacıyla bağımlı örneklemler t-testi kullanılmıştır. Test sonucunda elde edilen veriler Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3: *Kontrol Grubu Ön Test ve Son Test Puanlarının Karşılaştırılması*

Grup	N	$\bar{x}$	ss	sd	t	p
Kontrol Grubu	40	-.08056	.53230	39	-.957	.344

Tablo 3'de görüldüğü gibi, kontrol grubunun ön test ve son test verilerinin merkezi eğilim ve dağılım ölçüleri verilmiştir. Elde edilen bu sayısal veriler arasında farkın anlamlı olup olmadığını görmek amacıyla bağımlı örneklemler t testi uygulanmıştır. Buradaki H_0 hipotezi, 'Matematik Motivasyon Ölçeği cevaplarına göre, kontrol grubu ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık yoktur" şeklindedir. T testi sonucunda, anlamlılık değeri p>0.5'ten büyük olduğundan, H_0 hipotezi kabul edilmiştir. Yani motivasyon ölçeğinin kontrol grubu için ön test ve son test ölçüm puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

2. **Matematik Motivasyon Ölçeği Deney Grubu Ön Test ve Son Test Puanlarının Karşılaştırılması**

Tablo 4: *Matematik Motivasyon Ölçeği Deney Grubu Ön test ve Son test Puanlarının Karşılaştırılması*

Grup	N	$\bar{x}$	ss	sd	t	p
Deney Grubu	40	.03426	.54552	39	.397	.693

Deney grubu için motivasyon ölçeğinden elde edilen puanlar arasındaki fark için bağımlı örneklemler için t testi kullanılmıştır. Tablo 4, karşılaştırmadan elde edilen verileri içermektedir.

H_0'a göre, ''Deney grubu motivasyon ölçeği test puanları arasında anlamlı bir farklılık yoktur". Bağımlı örneklemler için t-testi sonucunda bu hipotez kabul edilmiştir [p>0.5]. İstatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

3. **Matematik Dersine Bağlılık Ölçeği Ön Test ve Son Test Puanlarının Karşılaştırılması**

Öğrencilerin derse bağlılıkları (katılımları) için yapılan testlerde, puanlar arasındaki farkı ölçmek amacıyla bağımlı örneklemler t-testi ile karşılaştırılmıştır. Tablo 5'te elde edilen veriler görülmektedir.

Tablo 5: *Matematik Dersine Bağlılık Ölçeği Kontrol Grubu Ön Test ve Son Test Puanlarının Karşılaştırılması*

Grup	N	$\bar{x}$	ss	sd	t	p
Kontrol Grubu	40	-.07692	.52491	39	-.927	.360

Tablo 5'te görüldüğü gibi, kontrol grubunun ön test ve son test verilerinin merkezi eğilim ve dağılım ölçüleri verilmiştir. Elde edilen bu sayısal veriler arasında farkın anlamlı olup olmadığını görmek amacıyla bağımlı örneklemler t testi uygulanmıştır. Buradaki H_0 hipotezi, 'Matematik Dersine Bağlılık Ölçeği cevaplarına göre, kontrol grubu ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık yoktur" şeklindedir. T testi sonucunda, anlamlılık değeri p>0.5'ten büyük olduğundan, H_0 hipotezi kabul edilmiştir. Yani bağlılık ölçeği kontrol grubu için ön test ve son test ölçüm puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

4. **Matematik Dersine Bağlılık Ölçeği Deney Grubu Ön Test ve Son Test Puanlarının Karşılaştırılması**

Tablo 6: *Matematik Dersine Bağlılık Ölçeği Deney Grubu Ön test ve Son Test Puanlarının Karşılaştırılması*

Grup	N	$\bar{x}$	ss	sd	t	p
Deney Grubu	40	-.15577	.62843	39	-1.568	.125

Deney grubuda, derse bağlılık için elde edilen puanlar arasındaki fark bağımlı örneklemler için t testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Elde edilen veriler Tablo 6'da sunulmuştur.

H_0'a göre, ''Deney grubu bağlılık ölçeği ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı bir farklılık yoktur". Bağımlı örneklemler için t-testi sonucunda bu hipotez kabul edilmiştir [p>0.5]. İstatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

5. **Matematik Motivasyon Ölçeği Kontrol ve Deney Grubu Son Test Puanlarının Karşılaştırılması**

Tablo 7: *Matematik Motivasyon Ölçeği Kontrol ve Deney Grubu Son test Puanlarının Karşılaştırılması*

Ölçüm	N	$\bar{x}$	ss	sd	t	p
Son Test	40	-.09444	.73291	39	-.815	.420

Kontrol ve deney grubu için matematik motivasyon ölçeğinden elde edilen son-test puanları bağımlı örneklemler için t testi kullanılarak karşılaştırılmış ve elde edilen veriler Tablo 7'de sunulmuştur.

H_0'a göre, ''Kontrol ve deney grubu motivasyon ölçeği son-test puanları arasında anlamlı bir farklılık yoktur". Bağımlı örneklemler için t-testi sonucunda bu hipotez kabul edilmiştir [p>0.5]. İstatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Yani yapılan uygulama sonucunda, deney grubunun lehine bir artış gözlemlenmemiştir.

6. **Matematik Dersine Bağlılık Ölçeği Kontrol ve Deney Grubu Son Test Puanlarının Karşılaştırılması**

Tablo 8: *Matematik Dersine Bağlılık Ölçeği Kontrol ve Deney Grubu Son Test Puanlarının Karşılaştırılması*

Ölçüm	N	$\bar{x}$	ss	sd	t	p
Son Test	40	.14231	.79951	39	1.126	.267

Kontrol ve deney grubu için bağlılık ölçeğinden elde edilen son-test puanları bağımlı örneklemler için t testi kullanılarak karşılaştırılmış ve elde edilen veriler Tablo 8'da sunulmuştur.

H_0'a göre, ''Kontrol ve deney grubu bağlılık ölçeği son-test puanları arasında anlamlı bir farklılık yoktur". Bu hipotezi test edebilmek amacıyla da bağımlı örneklem t-testi sonucunda hipotez kabul edilmiştir [p>0.5]. İstatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu projede sanatsal etkinliklerle yapılan oran orantı konusunun öğretiminin yedinci sınıf öğrencilerinin matematik dersine katılımına ve matematik motivasyonlarına etkisi araştırılmıştır. Araştırmanın deney grubuna dört hafta boyunca haftada bir ders saati olacak şekilde sanatsal matematik etkinlikleri uygulanırken kontrol grubuna herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır. Projede sanatsal etkinliklerle yapılan öğretimin öğrencilerin matematik dersine katılımına ve matematik motivasyonuna olumlu anlamda etkili olacağı düşünülmüştür. Çalışmanın bulgularına bakıldığında sanatsal etkinlikler ile yapılan öğretimin öğrencilerin matematik dersine katılımına ve matematik motivasyonuna anlamlı bir etkisi bulunmamıştır.

Sanat temalı matematik etkinlileri ile öğretim hakkında yapılmış çalışmaları incelediğimizde; DeMoss ve Morris (2002), yapmış oldukları çalışma ile sanatsal olarak zenginleştirilmiştir bir öğretimin öğrencilerin bilişsel gelişimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmanın sonunda sanat temalı etkinliklerin bilişsel gelişim üzerinde geleneksel yolla öğrenmeye kıyasla daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Başka bir çalışmada ise, bir sanat eğitimi yaklaşımı olan "Sanat Yoluyla Öğrenme (LTTA)" dersinin öğrencilerin hem okula hem de sanata yönelik tutumuna ve matematik başarısına etkisini araştırmıştır (Smithrim ve Upitis, 2005). Araştırmanın sonunda öğrencilerin olumlu tutum geliştirdiği ve matematik başarının arttığı görülmüştür.

Özder (2008), çalışması ile görsel sanatlar dersi ile desteklenen bir matematik dersinin altıncı sınıf öğrencilerin derse yönelik tutumlarına ve matematik başarılarına etkisi incelemiştir. Araştırma sonucunda matematik dersine karşı olan tutumlarında ve matematik başarılarında deney grubunun lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Araştırmada öğrencilerin dersin işlenişine dair düşünceleri de gözlemlenmiştir. Gözlem sonucuna göre öğrenciler sanat destekli matematik dersi hakkında olumlu düşünceleri olduğu tespit edilmiştir. Erdağ (2011), yaptığı çalışma ile ilköğretim 5. sınıf matematik öğretiminde, kavram karikatürlerini ondalık kesirler konusunda kullanmıştır ve öğrencilerin akademik başarısına ve kalıcılığına etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda kavram karikatürleri ile matematik öğretiminin öğrencilerin akademik başarısı ve öğretimin kalıcılığı üzerinde olumlu bir etkisi olduğu görülmüştür.

Katipoğlu (2016), çalışmasıyla doğal sayılar konusunun öğretiminde, eğlence ve mizah içeren karikatürlerin kullanılmasının öğrencilerin matematik başarısına, tutumuna ve kaygısına olan etkisini incelemiştir. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin matematik tutumları açısından anlamlı bir farklılık olmamıştır. Öğrencilerin matematik başarıları arttığı ve matematik kaygılarının azaldığı gözlenmiştir.

Güler, Çakmak ve Kavak (2013), karikatürler ile desteklenen matematik öğretimin, doğal sayılar alt öğrenme alanındaki akademik başarılarına ve matematik tutumlarına etkisini incelemişlerdir. 6. Sınıf öğrencileri ile yürütülen çalışmanın sonucunda, gruplardaki öğrencilerin başarıları ve tutumları incelenmiş, anlamlı bir farklılık oluşmadığı bulunmuştur. Görüldüğü üzere sanat temalı matematik eğitimi üzerine yapılan çalışmalarda ağırlıklı olarak akademik başarı ve tutum incelenmiştir. Literatürdeki çalışmalar sanatsal matematik etkinliklerinin matematik başarısını arttırdığını ve matematiğe yönelik tutumlarını olumlu anlamda etkilediğini gösterirken bu çalışmada aksi bir sonuç bulunmuştur.

Okbay (2013), yapmış olduğu çalışmayla sanata dayalı matematik etkinliklerinin 7.sınıf öğrencilerinin matematik dersine karşı motivasyonları üzerine etkisini araştırmıştır. Çalışmada sanatsal etkinlikler her hafta birer ders saati olacak şekilde altı hafta boyunca gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonucunda öğrencilerde matematikten hoşlanma, öz yeterlilik ve akademik gayret boyutları açısından anlamlı bir farklılaşma olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca öğrenciler ile mülakat yapılarak öğrencilerin görüşleri toplanmıştır. Mülakat sonucuna göre analitik öğrenciler, etkinliklerden negatif yönde etkilenirken sanat ve estetik ile ilgilenen öğrencilerin etkinliklerden olumlu anlamda etkilendiği sonucuna varılmıştır. Araştırma incelediği değişken, örneklem ve uygulama şekli açısından projemize oldukça benzemektedir. Araştırmanın motivasyon değişkenine dair sonucu bulgularımıza paralellik göstermektedir.

Yılmaz (2022), öğretim deneyi yöntemi kullanarak dördüncü sınıf öğrencilerin sanat eserleri aracılığıyla örüntü, simetri, geometrik şekiller ve cisimler konularındaki uygulamalarını değerlendirmiştir. Çalışma beş hafta boyunca on altı ders saati süresince uygulanmıştır. Araştırmanın verileri öğrencilerin yaptıkları etkinlikler, çalışma yaprakları, açık uçlu sorulardan oluşan anket ve sınıf içi gözlem notlarıdır. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin sanatsal etkinliklerle işlenen matematik dersine karşı motivasyonlarının yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

Atasay ve Erdoğan (2017), mandala desenlerinin yedinci sınıf simetri konusunun öğretiminde nasıl kullanılabileceğini araştırmışlardır. Uygulama haftada iki ders saati olacak şekilde üç hafta boyunca sürmüştür. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarının yüksek olduğu görülmüştür. Konu kavrama testinin sonuçları da konunun öğrenciler tarafından anlaşıldığını göstermektedir. Anket sonuçları öğrencilerin sanat ile matematiği ilişkilendirdiğini göstermektedir.

Sözü geçen çalışmalar ile yürüttüğümüz proje veri toplama araçları ve yöntem olarak tamamen farklılık göstermektedir. Motivasyon değişkenine dair ortak bir sonuca varılamaması bu farklılıkla açıklanabilir.

Okbay (2013) sanata dayalı matematik etkinliklerinin öğrenciler üzerindeki etkisini inceleyebilmek için grup tartışmalarına ve öğrenci röportajlarına bakılması gerektiğini düşünmektedir. Araştırmacı nitel verilerde istatistiksel bulguları doğrulamayan kanıtlar sunmuştur. Araştırmanın nitel bulgularına baktığımızda etkinliklerin öğrenciler tarafından eğlenceli bulunduğu, öğrencilerin matematiğin doğasına ilişkin bakış açısını geliştirdiği çıkarımında bulunulmuştur.

Alan yazındaki çalışmaları incelediğimizde nicel verilerin nitel verilerle desteklendiğini görmekteyiz. Projemizde yalnızca nicel verileri kullanmak sanatsal etkinliklerin öğrenciler üzerindeki etkisini derinlemesine bir şekilde değerlendirmemizi zorlaştırmaktadır. Mevcut ölçekler öğrencilerin sanat ve matematik arasındaki ilişkiyi keşfetmelerine yeterince imkan verememektedir. Dolayısıyla uyguladığımız sanatsal matematik etkinliklerinin sanat ve matematiği ilişkilendirme noktasında etkili olup olmayacağı bulgularımızda açığa çıkmamıştır.

Aktaş (2015), simetri çeşitlerinin öğretiminde bilgisayar destekli olarak örüntü modellerini kullanmış ve bu modellerin kullanımının öğrenci başarısına etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda, bilgisayarda kullanılan animasyon ve etkinlikler ile simetri öğretiminin, öğrencilerin akademik başarısını artırmada pozitif yönde etkiler ortaya çıkardığı bulunmuştur. Çalışmanın verilerini toplarken, öğrenci etkinlik kağıtları, araştırmacı tarafından tutulan gözlem notları, öğrencilerin ne kadar öğrendiklerine yönelik hazırlanan konu kavrama testi ve uygulama sonunda öğrencilerin genel izlenimlerini öğrenmek ve matematikle sanatı ilişkilendirip ilişkilendiremediklerini öğrenmek için hazırlanan bir mini anket kullanılmıştır. Bu çalışmada da görüldüğü gibi nicel ve nitel veriler birlikte toplanmıştır. Araştırmanın sonucu diğer çalışmalarla paraleldir. Projemizin bulgularına baktığımızda sanatsal matematik etkinliklerinin öğrencilerin ders içi katılımına anlamlı düzeyde bir etkisi olmadığı sonucuna ulaşırız. Fakat Aktaş'ın araştırmasında olduğu gibi öğrenci etkinlik kâğıtlarının da bir veri olarak değerlendirdiğimizde nicel bulgularımızın aksine öğrencilerin ders içi katılımlarının yüksek olduğu söylenebilir. Birinci Hafta uyguladığımız Origami Sanatı ile Doğru Orantıları Kuruyorum etkinliğinde her bir öğrenci küpün bir yüzeyini oluştururken üçüncü hafta uyguladığımız Kareleme Resim Tekniği ile Farklı Oranlarda Kelebek Çizebiliyorum etkinliğinde her bir öğrenci kendi kelebeğini oluşturmuştur. İkinci Hafta uyguladığımız Matruşka Bebekler ile Orantılı Dizilim Oluşturuyorum etkinliğinde etkinliğin asıl uygulaması dışında öğrencilere aktif katılım sağlayacakları pek çok görev verilmiştir. Bu görevler; matruşka bebeklerin boylarını ölçmek, ölçüm sonucunu tahtaya yazmak, matruşka bebekleri kapatmak vb. Literatürde sanatsal etkinliklerin öğrencilerin ders içi katılımına etkisini ölçek kullanarak nicel olarak ölçen bir çalışmaya rastlanmamaktadır. Bizler de gözlemlerimiz ve bulgularımızı karşılaştırdığımızda ders içi katılım değişkeninin nitel verilerle ölçülmesinin daha derinlemesine sonuçlar ortaya koyacağını düşünmekteyiz.

Sanatsal matematik etkinliklerinin matematik eğitiminde kullanılmasına dair yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğunun nicel ve nitel verileri bir arada kullanılmıştır. Nicel yöntemle yapılan çalışmalar (örn. DeMoss ve Morris,2002; Smithrim ve Upitis, 2005), mevcut olsa da bu çalışmalar matematik başarısı değişkenini ölçmektedir. Projemizde olduğu gibi matematik motivasyonunu ölçek kullanarak ölçen Okbay (2013) projemizle paralel bulgular sunmaktadır. Motivasyon değişkenini araştıran diğer çalışmalar nitel verilerin analiziyle ortak bir sonuç olarak sanatsal matematik etkinlikleriyle öğretimin öğrencilerde yüksek motivasyon oluşturacağı sonucuna ulaşmışlardır;(Atasay ve Erdoğan,2017; Yılmaz,2022). Projede seçtiğimiz yöntem sebebiyle araştırmacı gözlem notları ve öğrenci etkinlik kağıtları sonucun yorumlanmasında kullanılmamıştır. Bu durumun gerçekçi bir sonuç ortaya koymayı engellediğini düşünmekteyiz. Projenin asıl amacı olan sanat ve matematik ilişkisi, derse katılım ve motivasyon değişkenlerinin gölgesinde kalmıştır. Sanatsal matematik etkinliklerinin öğrencilerin matematik dersine dair düşüncelerine etkisi araştırılabilir. Öğrencilerin sanat ve matematik ilişkisine dair bakış açılarının ne şekilde etkilendiğine dair araştırmalar yapılabilir.

Öneriler

1. Öğrencilerin sanatsal matematik etkinliklerine dair düşünceleri araştırılabilir.

2. Sanat ve matematik ilişkisi farklı matematik konularının içine entegre edilebilir.

3. Sanatsal etkinliklerin farklı sınıf seviyelerindeki öğrenciler üzerindeki etkisi araştırılabilir.

Notlar

Bu çalışma, TÜBİTAK 2209/A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı ile desteklenen ‘’ Matematik ve Sanat İlişkisi: Sanatsal Etkinliklerle 7.Sınıf Oran Orantı Konusunun Öğretimi” başlıklı projeden üretilmiştir.

KAYNAKLAR

Aktan, S., & Tezci, E. (2013). Matematik Motivasyon Ölçeği (Mmö) Geçerlik Ve Güvenirlik Çalışması. *The Journal of Academic Social Science Studies*, *6*(4).

Aktaş, M. (2015). 7. sınıf matematik dersinde bilgisayar animasyonları ve aktiviteleri ile simetri öğretiminin akademik başarıya etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 35*(1), 49-62. doi: 10.17152/gefad.46274

Anderman, E. M., & Young, A. J. (1994). Motivation and strategy use in science: Individual differences and classroom effects. *Journal of research in science teaching, 31*(8), 811-831.

Atasay, M., & Erdoğan, A. (2017). Matematik ile sanatın ilişkilendirilmesi: Mandala desenlerinin simetri öğretiminde kullanımı. *Journal of Instructional Technologies & Teacher Education*, *6*(2), 58-77.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç, E., Akgün, Ö., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2018) *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*: Pegem Yayıncılık

Demir, T. T. (2021). Türkçe Eğitimi Alanında Nicel Araştırma Yöntemleri Kullanılarak Yapılan Doktora Tezlerindeki Eğilimler. *Ana Dili Eğitimi Dergisi, 9*(2), 543-560.

DeMoss, K. ve Morris, T. (2002). *How arts integration supports student learning: Students shed light on the connections*. Chicago, IL: Chicago Arts Partnerships in Education (CAPE).

Duru, A., & İşleyen, T. (2005). Matematik ve sanat. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (11), 479-491.

Erdağ, S. (2011). *İlköğretim 5. sınıf matematik dersinde kavram karikatürleri ile destekli matematik öğretiminin, ondalık kesirler konusundaki akademik başarıya ve kalıcılığa etkisi*. Doktora Tezi. DEÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Esi, A. (2017). Matematik ve müzik. Journal of Awareness (JoA), 2(Special), 631-642.

Esi,A.(2017). Mathematıcs and Art. Journal of Awarenes, 2(3S), 515-552, Retrieved from https://dergipark.org.tr/tr/pub/joa/issue/31802/348712

Güç, E. (2011). *Geleneksel Türk sanatlarından ebrunun fen eğitiminde kullanılması (Muğla Üniversitesi örneği).* Yüksek Lisans Tezi. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Güler, H. K., Çakmak, D. ve Kavak, N. (2013). Karikatürlerle yapılan matematik öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 26*(1), 149-160.

Işıtan, S., & Doğan, M. (2020). Matematik müzik ilişkisi: Notalardan kesirlere. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED)*, *10*(2), 100-111.

İlhan, A., & Aslaner, R. (2019). 2005'ten 2018'e Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programlarının Değerlendirilmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *46*(46), 394-415.

Katipoğlu, M. (2016). *Matematik öğretiminde eğlence ve mizah içeren karikatürlerin kullanılmasının öğrencilerin matematik başarısına etkisi*. Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

Koçak, Z. F., İşler, N., & Atmaca, S. P. (2014). Estetik ve matematik. *Muğla Üniversitesi*, 1-7.

Lee, O., & Brophy, J. (1996). Motivational patterns observed in sixth-grade science classrooms. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, *33*(3), 303-318.

Mazman Akar, S. G., Birgin, O., Göksu, B., Uzun, K., Gümüş, B., & Peker, E. S. (2017). Matematik Dersine Bağlılık Ölçeği'nin Türkçeye uyarlama çalışması. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, *8*(1), 28-51.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). Matematik Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 1,2,3,4,5,6,7,8. sınıflar). Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara, 2018.

Okbay, U. E. (2013). *Art in the middle school mathematics classroom: a case study exploring its effect on motivation*. Bilkent Üniversitesi, Ankara.

Öncü, Hüseyin. *Motivasyon. Sınıf Yönetimi (Edit: Leyla Küçükahmet).* Ankara, Nobel Yayınevi, 2004

Özder, E. (2008). *İlköğretim 6. sınıfta görsel sanatlar dersi ile desteklenen matematik öğretiminin öğrenci tutumları ve başarılarına etkisi*. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Özkan, T. (2019). *Otantik Etkinliklerin 7.sınıf Öğrencilerinin Oran Orantı Konusundaki Akademik Başarılarına ve Bilimsel Süreçlerine Etkisi*. (594683). [Yüksek Lisans Tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi].

Pintrich, P.R. (2003). A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching contexts. *Journal of Educational Psychology, 95(4),* 667-686.

Pintrich, P. R., Marx, R. W., & Boyle, R. A. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational research*, *63*(2), 167-199.

Senemoğlu, N., 2005. Gelişim, Öğrenme ve Öğretim, Gazi Kitabevi, 11. Baskı, Ankara

Smithrim, K. ve Upitis, R. (2005). Learning through the arts: Lessons of engagement. *Canadian Journal of Education/Revue canadienne de l'éducation,* 109-127. doi: 10.2307/1602156

Ülger, A., 2003. Matematiğin Kısa Bir Tarihi – 1, Matematik Dünyası Dergisi (Kış)

Yıldızhan, Berna. Sanat Temalı Matematik Etkinlikleri ile Öğretimin Öğrencilerin Matematik Başarılarına ve Sanata Yönelik Tutumlarına Etkisi (2019),

Yılmaz, D. (2022). Sanatla İlişkilendirilmiş Matematik: İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerinin Uygulamaları. *Cukurova University Faculty of Education Journal, 51*(1), 590-633. https://doi.org/10.14812/cuefd.847261

Zusho, A., Pintrich, P. R., & Coppola, B. (2003). Skill and will: The role of motivation and cognition in the learning of college chemistry. *International journal of science education*, *25*(9), 1081-1094.