



## An Investigation of the Effect of Activity Based Teaching on Students' Conceptual and Procedural Knowledge About Area Measurement of Quadrilaterals#

Demet Gülsoy<sup>1,a,\*</sup>, Erdem Çekmez<sup>2,b</sup>

<sup>1</sup>Ministry of National Education, Istanbul, Türkiye

<sup>2</sup>Fatih Faculty of Education, Trabzon University, Trabzon, Türkiye

\*Corresponding author

### Research Article

#### Acknowledgment

#This study is a part of master's thesis

#### History

Received: 23/04/2021

Accepted: 24/03/2022



This paper was checked for plagiarism using iThenticate during the preview process and before publication.

Copyright© 2017 by Cumhuriyet University, Faculty of Education. All rights reserved.

### ABSTRACT

This study aimed to investigate the effect of an activity-based teaching sequence on students' conceptual and procedural knowledge about area measurement of quadrilaterals. The participants of the study consist of 54 students studying in two different classes of a middle school located in Istanbul district. The two classes were randomly assigned as experimental and control groups. In both groups the instruction was carried out by the same teacher who is the first author of the manuscript. The instruction in the control group, which lasted two weeks, was based on the implementation of learning activities whereas in the control group it was mainly composed of direct lecturing. The research method used in the study was comparison group pre-and post-test quasi-experimental design. Data collection tools of the study consist of two tests which were composed considering the criteria that were listed in the literature to define procedural and conceptual knowledge. The performances of the participants in the tests were quantified using rubrics and Mann-Whitney U test was used to check to determine whether there were significant differences between participants' performances. The findings of the test implemented prior to the instruction showed that the groups were equivalent in terms of having procedural and conceptual knowledge. However, the findings obtained after the intervention showed that there was a statistically significant difference between the groups in terms of having conceptual knowledge favoring the experimental group, and that no significant difference in terms of having procedural knowledge. In addition to this, the participants' responses to the tests revealed that some students could not distinguish between the concepts of area and perimeter and had difficulty in applying the area formulae of quadrilaterals to problem situations. In light of the results, some recommendations as to the teaching of the focused content were provided.

**Keywords:** Activity-based teaching, area measurement, area of a quadrilateral, conceptual knowledge, procedural knowledge

## Etkinlik Temelli Öğretimin Öğrencilerin Dörtgenlerin Alan Ölçümüne İlişkin Kavramsal ve İşlemsel Bilgilerine Etkisinin İncelenmesi

#### Bilgi

#Bu çalışma yüksek lisans tezinin bir parçasıdır.

\*Sorumlu yazar

#### Süreç

Geliş: 23/04/2021

Kabul: 24/03/2022

Bu çalışma ön inceleme sürecinde ve yayımlanmadan önce



yazılım ile taranmıştır.

#### Copyright



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

### ÖZ

Bu çalışmada, dörtgenlerde alan konusuna yönelik etkinlik temelli tasarlanmış bir öğrenme ortamının öğrencilerin kavramsal ve işlemsel bilgilerinin gelişimine etkisini incelemek amaçlanmıştır. Araştırmanın katılımcılarını İstanbul'da bulunan bir ortaokulun iki şubesinde öğrenim görmekte olan 7. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Şubeler rasgele biçimde deney ve kontrol grubu olarak atanmıştır. Her iki şubede de öğretim araştırmacı öğretmenin rolündeki birinci sırada yer alan yazar tarafından yürütülmüştür. Araştırma bağlamında 2 hafta süren öğretim süreci deney grubunda etkinlik temelli, kontrol grubunda ise geleneksel olarak gerçekleşmiştir. Araştırmada ön-test son-test kontrol gruplu yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Araştırmanın veri toplama araçlarını, literatürde kavramsal ve işlemsel bilgiye yönelik ortaya konan kriterler temelinde oluşturulan iki test oluşturmaktadır. Katılımcıların testlerde sergiledikleri performanslar rubrikler kullanılarak sayısallaştırılmış ve arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığı Mann-Whitney U testi ile sınanmıştır. Öğretim süreci öncesinde uygulanan testten elde edilen bulgular, iki grubun kavramsal ve işlemsel bilgi açısından denk olduğunu göstermiştir. Müdahale sonrasında uygulanan testten elde edilen bulgular ise kavramsal bilgi açısından deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğunu fakat işlemsel bilgi açısından gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmadığını ortaya koymuştur. Bununla birlikte testlerde yer alan sorulara verilen cevaplar bazı öğrencilerin alan ve çevre kavramlarını ayırt edemediklerini, alan formüllerini problem durumlarına uygulamada sıkıntı yaşadıklarını ortaya koymuştur. Elde edilen sonuçlar ışığında ele alınan konunun öğretimine yönelik önerilerde bulunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Etkinlik temelli öğretim, alan ölçme, dörtgenlerde alan, kavramsal bilgi, işlemsel bilgi

<sup>a</sup>gulsoy.istanbuluniversitesi@gmail.com <sup>id</sup>orcid.org/0000-0002-8602-7495

<sup>b</sup>erdemcekmez@gmail.com <sup>id</sup>orcid.org/0000-0001-8684-2820

**How to Cite:** Gülsoy, D., & Çekmez, E. (2022). Etkinlik temelli öğretimin 7. sınıf öğrencilerinin dörtgenlerde alan konusundaki kavramsal ve işlemsel bilgilerine etkisinin incelenmesi. Cumhuriyet International Journal of Education, 11(2):263-275

## Giriş

Gerek günlük yaşamın içerisinde gerekse farklı bilim dallarında yürütülen araştırma süreçlerinde insanoğlunun gereksinim duyduğu temel eylemlerden biri fiziksel nicelikleri ölçme olarak karşımıza çıkmaktadır. Bireyleri günlük ve akademik hayata hazırlama hususunda önemli bir sorumluluk üstlenen okul matematiği, bu ihtiyacı karşılamak amacıyla ölçme türlerinden biri olan alan ölçme yeterliliğini öğrencilere kademeli olarak farklı düzeylerde kazandırmayı hedeflemiştir. İlkokul seviyesinde temel geometrik nesnelerin alanlarını belirlemek ile başlayan bu süreç, daha ileriki kademelerde belirli integral kavramı vasıtasıyla farklı bölgelerin alanlarını ölçme ile son bulmaktadır.

Alan, bir bölge içerisindeki iki boyutlu uzay olarak tanımlanabilir (Van de Walle, Karp ve Bay-Williams, 2013). Bir bölgenin alanını ölçmek ise bu bölgenin içini birimkarelerle tamamen kaplayabilmek için gerekli olan birimkare sayısıdır (Fauzan, 2002). Bir bölgenin birimkarelerle kaplanarak alanının bulunması fikri, alan korunumunun ve alan bağıntılarının elde edilmesinin anlaşılmasında önem arz etmektedir. Bu konu bağlamında Matematik Dersi Öğretim Programı (MDÖP) incelendiğinde, alan ölçme kavramının öğretiminde standart olmayan ve standart olan birimkarelerle kaplama etkinliklerinin yapılarak öğrencinin alan kavramını fark etmesinin amaçlandığı görülmektedir. Standart olan birimkarelerle ölçme yapmanın gerekliliği ortaya konulduktan sonra ise geometrik şekillerin alanlarının bulunmasına yönelik çalışmalara yer verilmektedir.

Alan ölçme kavramı, günlük yaşantı içerisinde karşılaşılabilecek nitelikte bir konu olmasına ve öğretim programında geniş yer bulmasına rağmen öğrenciler alan ölçme başlığı altında yer verilen içeriğin öğreniminde ve konu içerisinde yer verilen bilgileri birbiri ile ilişkilendirmede zorluk yaşayabilmektedir (Tan-Şişman ve Aksu, 2009). Bu konuya odaklanan araştırmalar öğrencilerin alan kavramı ile çevre kavramını karıştırdıklarını (Dağlı, 2010; Güreffe, 2018; Outhred ve Mitchelmore, 2000), çevre hesabı yerine alan hesabı yaptıklarını (Emekli, 2001), alan formüllerini yeni durumlara uygulayamadıklarını (Güreffe, 2018), alan hesabı gerektiren problemlerin çözümünde zorlandıklarını (Dağlı, 2010) rapor etmişlerdir. Bunların yanı sıra Outhred ve Mitchelmore (2000), özellikle alan ve çevre kavramlarının karıştırılmasının alan kavramında yapılan birçok hatanın temel sebebi olarak göstermektedir.

Literatürde alan ölçme kavramına odaklanan çalışmaların bir kısmı konunun öğretiminde karşılaşılan zorlukların nedenlerine ilişkin çıkarımlarda bulunmuştur. Bu hususta Akkuş, Akkaş ve Yıldırım (2018), öğrencilerin günlük hayat içerisinde alan ölçümünü uzunluk ölçümüne nazaran daha az deneyimlemiş olmalarının, alan öğretiminde yaşanan zorlukların bir sebebi olabileceğini belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra Grant ve Kline (2003), öğrencilerin ölçme konusunda kavramsal anlamadan ziyade hesaplama yapmaya ve formüllere odaklanmalarını yaşanan zorlukların bir başka nedeni olarak ileri sürmektedir. Ölçme işleminde ölçülecek nesnenin ve ölçme biriminin uyumlu olması gerekir. Birim ile nesne arasında böyle bir uyumun olması

gerektiğini kavrayamamanın da öğrenmeyi zorlaştıran bir başka sebep olduğu belirtilmektedir (Nitabach ve Lehrer, 1996'dan akt., Zembat, 2014, s. 131).

İlgili literatür incelendiğinde, alan ölçmeye ilişkin öğrenci zorluklarının ve bunların olası sebeplerinin yanı sıra konunun öğretimine ilişkin bazı önerilerin de sunulduğu görülmektedir. Bu bağlamda Fujita ve Jones (2007), kavramlar ve şekiller arasındaki ilişkinin gözlenmesine fırsat tanıyacak ortamların yaratılması ve öğrencinin aktif bir katılım süreci içinde mantıksal çıkarımlar yapabilmesinin önemine dikkat çekmektedir. Bununla birlikte, şekiller arasındaki ilişki kavrandıktan sonra alan formüllerinin öğretimi ve alan korunumu ile ilgili etkinliklerin yapılması gerektiğini ileri sürmektedir. Güreffe (2018), alan ölçme konusunun öğretiminde öğretmenlerin strateji seçiminde dikkatli olması gerektiğini belirtmektedir. Alan kavramı ile ilgili formül kullanımının öğretiminden ziyade formüllerin kavramsal olarak ne anlama geldiğinin öğretilmesi gerektiğine vurgu yapmaktadır. Buna ek olarak Clements ve Stephan (2004), geometrik şekillerle yapılacak kesme yapılandırma etkinliklerinin alan korunumunun öğretiminde bir alternatif olabileceğini vurgulamaktadır. Öğretimin somut materyallerle desteklenmesi hususunda Hacıömeroğlu ve Apaydın (2009), tangram seti kullanılarak geometrik şekiller oluşturma ve oluşturulan şekillerin alan ve çevrelerinin karşılaştırılması etkinliğini, öğrencilerin alan ve çevre kavramlarını anlamlandırma sürecine alternatif bir yol olabileceğini ifade etmektedir.

Yukarıda referans verilen çalışmalardan anlaşıldığı üzere, alan ölçme öğrenciler için anlamlandırma açısından zorlukların ortaya çıkabileceği bir konudur. Bununla birlikte bu zorlukların ortadan kaldırılmasında öğrencilerin öğrenmede aktif katılım gerçekleştireceği öğrenme ortamlarının potansiyel sahibi olduğu belirtilmektedir. Bu açıdan ele alındığında, öğrencilerin anlamlı öğrenme gerçekleştirmelerini sağlayabilecek öğrenme ortamlarının tasarlanması ve etkililiğinin değerlendirmesi önem arz etmektedir. Alan yazında verilen öneriler (Ayhan, 2011; Batdı, 2014; Günay, 2013; Gürbüz ve ark. 2010; Küpçü, 2012)dikkate alındığında bu öğrenme ortamlarının etkinlik temelli bir öğretim sürecine işaret ettiği söylenebilir. Yapılan bu çalışmalar, etkinlik temelli öğretim sürecinin öğrencilerin matematik dersine karşı olumlu bir tutum geliştirmesini sağlayarak akademik başarının artmasına olumlu katkı sağlayacağını ortaya koymuştur. Işık (2009), etkinlik temelli öğretimin öğretmenler için matematik öğretiminde bir alternatif olabileceğini belirtirken, Şahin (2015) ise etkinlik temelli öğretimin kalıcı öğrenme üzerinde olumlu etkisinin olduğunu ifade etmiştir. Bu çalışmada, etkinlik temelli öğretimin alan ölçme konusunun öğretiminde öğrencilerin kavramsal ve işlemsel bilgilerinin uyum içinde ve birlikte oluşumuna olumlu etki yapacağı düşüncesi, etkinlik temelli öğretim yönteminin seçilme nedenidir. Nitekim matematik eğitimcilerinin üzerinde hem fikir oldukları görüş, anlamlı öğrenmenin matematiksel bilgiye ilişkin kavramsal ve işlemsel olarak isimlendirilen iki bilgi türünün uyum içinde ve birlikte oluşumu ile mümkün olduğudur (Baki, 1998).

### **Kavramsal ve İşlemsel Bilgi**

Matematiksel yeterliliğin temel bileşenleri incelendiğinde literatürde iki önemli kavramla karşılaşılmaktadır. Bunlar kavramsal bilgi ve işlemsel bilgidir (Yanık, 2016). Kavramsal bilgi matematikte kullanılan kavramlar ve bu kavramlar arasındaki ilişkiye dair bilgi iken, işlemsel bilgi matematikte kullanılan sembol ve dile ait bilgi ile problemleri çözerken kullanılan bağıntılara ait bilgidir (Hiebert ve Lefevre, 1986). Kavramsal bilgi, kavramların farklı anlamlarının bilinmesine ve kavramlar arasında kolayca geçiş yapılabilmesine olanak sağlar (Hiebert ve Lefevre, 1986). Hiebert ve Lefevre (1986) kavramsal bilginin gelişimini kavramlar arasındaki ilişki ağının kurulmasına bağlamıştır. Ne zaman ve neden bir işlemin kullanılacağına dair bilgi de kavramsal bilgidir (Olkun ve Toluk-Uçar, 2014).

İşlemsel bilgi, kavramsal bilgi üzerinde yapılan rutinler ve kurallar ile bir işlemin nasıl yapıldığına dair bilgi olarak tanımlanabilir (Olkun ve Toluk-Uçar, 2014). Baki (2006) işlemsel bilgiyi, bir işlemin niçin o şekilde gerçekleştirildiğinin farkında olmadan yalnızca hangi adımlar ile yürütüldüğünün bilinmesine ait bilgi olarak tanımlamıştır. Matematiksel bir görevi tamamlamak için ilgili kural ya da algoritmayı bilme de yine işlemsel bilgi olarak tanımlanmaktadır (Hiebert ve Lefevre, 1986).

Hiebert ve Lefevre (1986) bu iki bilginin birbirinden bağımsız olarak düşünülmemesi gerektiğini ve iki bilgi türü arasında kesin bir çizgi ile ayırım yapılmasının zor olduğunu belirtmişlerdir. Her ne kadar kavramsal ve işlemsel bilgi türü arasında net bir ayırım olduğunu söylemek zor olsa da kavramsal ve işlemsel bilginin göstergeleri olarak kullanılacak bazı kriterler bulunmaktadır. Bir matematiksel görevde başkaları tarafından verilen cevapları karşılaştırma ve değerlendirebilme (Rittle-Johnson ve Star, 2009), bireyin daha önceden aşına olmadığı matematiksel görevleri yapabilmesi (Rittle-Johnson ve Schneider, 2015), kavramın farklı kavramlarla ilişkisinin ortaya konulabilmesi, kavramın farklı kavramlardan üretilebilmesi, kavramlar arası kolay geçiş yapılabilmesi, kavramın farklı alanlarda rahatça kullanılabilmesi (Hiebert ve Lefevre, 1986), rutin olmayan problemlerin çözümü için öğrencinin kendinde var olan bilgiden yola çıkarak çözüm üretebilmesi (Rittle-Johnson ve Schneider, 2015) gibi matematiksel beceriler kavramsal bilginin varlığını göstermektedir. Matematiğe ait simgesel ve sembolik dili bilme, gösterimleri tanıma (Hiebert ve Lefevre, 1986), matematiksel bir işlemi doğru olarak tamamlayabilme (Rittle-Johnson ve Schneider, 2015), matematiksel bir görevi tamamlamak için ilgili kural ya da algoritmayı bilme (Hiebert ve Lefevre, 1986), matematiksel görevleri otomatik olarak yapma ve otomatikleştirilmiş işlem bilgisine sahip olma (Anderson, 1993; Ruthruff, Johnston ve Van Selst, 2001), çözüm yöntemi bilinen bir problem türünün çözülmesi ya da yöntemde küçük değişiklikler yapılması yoluyla farklı problemlerin çözülmesi de (Renkl, Stark, Gruber ve Mandl, 1998) işlemsel bilginin varlığına dair göstergelerdir.

### **Araştırmanın Amacı ve Problemi**

Bu çalışmada, literatürde yer alan araştırmaların sonuçları ve önerileri temelinde MEB (2018) Matematik Dersi Öğretim Programı'nın (MDÖP) 7. sınıf geometri alt öğrenme alanındaki "M.7.3.2.5 Alan ile ilgili problemleri çözer" kazanımına yönelik olarak hazırlanmış etkinlik temelli öğretimin, öğrencilerin kavramsal ve işlemsel öğrenmelerine etkisinin geleneksel öğretim yöntemi ile kıyaslanarak belirlenmesi ve bu konuda öğrencilerin yaşadıkları güçlüklerin saptanması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışmada aşağıdaki problemlere cevap aranmıştır.

- Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin dörtgenlerde alan konusuna ilişkin işlemsel bilgileri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
- Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin dörtgenlerde alan konusuna ilişkin kavramsal bilgileri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
- Araştırma kapsamında hazırlanan testlerde yer alan sorularda öğrencilerin sergiledikleri güçlükler nelerdir?

### **Yöntem**

Bu çalışmada etkinlik temelli öğretimin 7. sınıf öğrencilerinin dörtgenlerde alan konusundaki kavramsal ve işlemsel bilgilerine etkisinin incelenmesi amaçlandığından, çalışma deneysel araştırma desenlerinin bir türü olan yarı deneysel yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Uygulama yapılacak olan grupların seçkisiz atama yoluyla dağıtımının mümkün olmadığı durumlarda bu desen tercih edilir. Bu yönüyle bakıldığında yarı deneysel desen araştırmalarda sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde seçilen grupların birbirine benzer nitelikte olmasına dikkat edilir (Çepni, 2014). Bu çalışmada, deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin uygulama öncesinde birbirine denk olup olmadığını sınamak için ön-test uygulaması gerçekleştirilmiştir.

### **Çalışma Grubu**

Araştırmanın katılımcılarını İstanbul ilinde bulunan bir ortaokulun iki şubesinde öğrenim görmekte olan 7. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Bu iki şube rasgele biçimde deney ve kontrol grubu olarak atanmıştır. Deney grubunda 29, kontrol grubunda 25 öğrenci olmak üzere toplamda 54 öğrenci ile çalışma yürütülmüştür. Araştırma bağlamında yürütülen öğretim süresince grupların mevcutlarında değişiklik olmamıştır.

Her iki grupta da öğretim ilk sıradaki yazar tarafından yürütülmüştür. Çalışmanın gerçekleştiği tarihte yazar mesleğinin 5. yılını icra etmekteydi. Yazarın farklı değişkenler açısından öğrencilerine yönelik tespitleri şu şekildedir. Katılımcılar sosyo-ekonomik açıdan düşük seviyedeki öğrencilerden oluşmaktadır. Öğrencilerin geçmiş yıllardaki matematik dersi notları dikkate alındığında, büyük çoğunluğunun temel matematiksel beceriler açısından zayıf olduğu söylenebilir. Özellikle öğrencilerin tamsayılarda dört işlem yapabilme becerilerinde önemli eksiklikler bulunmaktadır. Bunun

yanı sıra öğrencilerin küçük bir bölümü matematiğe karşı olumlu tutum sergilemekte ve ilgi duymaktadır.

### Veri Toplama Araçları

Araştırmanın verileri uygulama öncesinde grupların denkleğini sınamak için uygulanan Kavramsal ve İşlemsel Bilgi Ön Testi (KİBÖT) ile uygulama sonrasında gruplar arasındaki olası farklılıkları belirlemek için uygulanan Kavramsal ve İşlemsel Bilgi Son Test'ten (KİBST)<sup>1</sup> elde edilmiştir. Testlerdeki sorular geliştirilirken alan yazında yer alan kavramsal ve işlemsel bilgi ile ilgili tanımlardan ve sınıflandırmalardan yararlanılmıştır. Kavramsal bilgi testinde yer alan sorular; öğrencilerin alan kavramına dair tanımlamalarda ve açıklamalarda bulunabilecekleri, farklı çözüm yollarını değerlendirebilecekleri, rutin olmayan problemlere çözüm önerileri getirebilecekleri, yeni durumlara uygun kural icat edebilecekleri nitelikteki sorulardan oluşmaktadır. İşlemsel bilgi testinde yer alan sorular ise öğrencilerin alan hesabı ile ilgili kural ya da algoritma bilgilerini ortaya çıkarıcı nitelikteki sorulardan oluşmaktadır. Her iki testte de 5'i kavramsal, 5'i işlemsel olmak üzere toplamda 10 soru bulunmaktadır. KİBÖT içerisinde yer alan sorular öğrencilerin alan konusuna ilişkin hâlihazırda var olan ön bilgilerine dayalı iken KİBST öğretim sürecinde ele alınan içerik ve önceki bilgilerle ilgili sorulardan oluşmaktadır. Her iki testteki soruların oluşturulmasında literatürde kavramsal ve işlemsel bilgiyi karakterize eden göstergeler dikkate alınmıştır. Bu göstergeler temelinde testler; MEB kitabı, kaynak kitaplar, PISA ve ALES sınavları içerisinde yer alan sorulardan uyarlanarak oluşturulmuştur. Sorular öğretim programında yer alan kazanımları kapsayacak şekilde düzenlenerek testlerin kapsam geçerliliğinin artırılması amaçlanmıştır. Bununla birlikte, yapı geçerliliğini arttırmak için testlerde yer alan sorular ve ilgili oldukları göstergeler 2 alan uzmanına değerlendirilmesi için sunulmuştur. Alan uzmanlarının soruların hedeflenen içeriği ölçmeye hizmet eder nitelikte olduğu yönündeki değerlendirmeleri sonrasında testlerin pilot uygulamasına geçilmiştir. Testlerin pilot uygulaması araştırma gerçekleştirilmeden bir yıl önce farklı bir öğrenci grubu üzerinde gerçekleştirilmiş ve öğrencilerden elde edilen dönütler vasıtasıyla bazı sorularda sadeleştirilmeye gidilmiş; bazı soru metinleri ve şekilleri ise revize edilmiştir. Örneğin, KİBST'nin 1. sorusunda yer alan görselde öğrencilerin kenar uzunluklarını kolay ifade edebilmeleri için görsel üzerinde harflendirme yapılmıştır. Yine, KİBÖT ve KİBST'de yer alan sorularda alanı hesaplanması istenen bölgeler renklendirilerek sorulara açıklık getirilmeye çalışılmıştır. Özellikle kavramsal sorularda öğrencilerin düşüncelerini açıkça ortaya koymak için soru köklerinin sonuna "Açıklayınız", "Nedenlerinizle birlikte açıklayınız", "Örnek vererek açıklayınız" ifadeleri eklenmiştir.

Çizelge 1. Yapılan ölçümlere ilişkin Spearman-Brown Katsayıları

Ölçüm	N	r
Kontrol grubu ön test	25	,828
Deney grubu ön test	29	,874
Kontrol grubu son test	25	,853
Deney grubu son test	29	,872

Yapılan ölçümlerin güvenilirliğini sınamak için testi yarılama yöntemi kullanılmıştır. Testi yarılama yöntemi, katılımcıların testin iki bölümünden elde ettikleri puanlar arasındaki korelasyon katsayısından hareketle, Spearman-Brown formülü ile testin bütününe güvenilirliğinin kestirilmesidir (Ergin, 1995). Araştırmada yapılan ölçümlerin güvenilirliğinin kestirilmesi için Spearman-Brown formülü kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 1'de sunulmuştur.

Literatürde kabul edilen aralıklar dikkate alındığında (Can, 2019) yapılan ölçümlerin yüksek düzeyde güvenilir olduğu değerlendirilmektedir.

### Verilerin Analizi

KİBÖT ve KİBST açık uçlu sorulardan oluştuğundan, öğrencilerin testlerde sergiledikleri performanslar araştırmacı tarafından hazırlanan iki rubrik vasıtasıyla puanlanmıştır. Rubriklerden biri işlemsel bilgiye ilişkin soruların, diğeri ise kavramsal bilgiye yönelik soruların puanlanmasına hizmet etmektedir. Öğrencilerin performansları öğretmen tarafından puanlandıktan sonra, puanlama güvenilirliğini sağlamak için bir alan uzmanı da puanlama gerçekleştirmiş ve iki puanlayıcı arasındaki uyum yaklaşık olarak %92 olarak ortaya çıkmıştır. Farklılıklar üzerinde fikir birliğine varıldıktan sonra öğrencilerin nihai puanları belirlenmiştir. Puanlama için kullanılan rubrikler Çizelge 2'de sunulmuştur.

Farklı bireylerin yer aldığı iki grubun tek bir bağımlı değişkene ilişkin ortalamalarının birbirinden anlamlı derecede farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek için başvurulan parametrik test bağımsız-örneklem t-testidir. Bu testin gerçekleştirilebilmesi için karşılanması gereken 4 varsayım mevcuttur. Bu varsayımlar, örneklem dağılımının normal dağılım sergilemesi, verilerin aralıklı veya oranlı bir ölçekten elde edilmesi, ölçümlerin birbirinden bağımsız olması ve örneklemelerin eşit varyanslı popülasyonlardan elde edilmesi şeklindedir (Field, 2009; Pallant, 2001). Büyüköztürk (2009), normalliğin testinde eğer örneklemin büyüklüğü 50'den fazlaysa Kolmogorov-Smirnov testinin, aksi durumda Shapiro-Wilk testinin kullanılmasını önermektedir. Bu öneriden hareketle her iki grubun uygulama öncesinde ve sonrasında testlerden elde ettikleri puanlar üzerinde Shapiro-Wilk testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar uygulama öncesinde ve sonrasında kavramsal bilgi ve işlemsel bilgi testlerinde deney ve kontrol grubundaki puanların normal dağılımdan anlamlı derecede saptığını göstermiştir:

<sup>1</sup>KİBÖT ve KİBST içeriğinde yer alan sorular için bkz. Gülsoy (2020).

Çizelge 2. Soruları puanlamada kullanılan rubrikler

Puan	İşlemsel sorulara ilişkin kriterler	Kavramsal sorulara ilişkin kriterler
0	Sorunun çözümü ile ilgili herhangi bir açıklama ve işlemin bulunmaması. "Anlamadım", "Bilmiyorum" şeklinde ifadelerin bulunması. Sorunun çözümü için gerekli işlemlerin yanlış yapılarak yanlış sonuca ulaşılması. Sorunun çözümü için işlem yapılmadan yanlış cevap bulunması.	Herhangi bir açıklama ve işlemin bulunmaması. "Anlamadım", "Bilmiyorum" şeklinde ifadelerin bulunması. Sorunun çözümü ile ilgili olmayan açıklamalar veya işlemlerin bulunması. Herhangi bir açıklama yapılmadan yanlış cevap verilmesi. Soru ile ilgili yanlış cevap verildikten sonra cevabı destekleyici yanlış açıklamaların yapılması.
1	Sorunun çözümü için gerekli işlemlerin yapılmadan doğru cevabın yazılması. Gerekli işlemlerin bir kısmının doğru olarak yapılması. Gerekli işlemlerin doğru olarak yapılmasından sonra gereksiz işlemlerin yapılması. Sorunun çözümü için tesadüfi işlemler yapılarak doğru sonucun bulunması.	Soru ile ilgili yeterli düzeyde açıklamanın olup işlemlerle desteklenmemesi Sorunun doğru cevabının verilip nedeninin tam olarak açıklanamaması Hatalı işlemler sonucu rastlantısal olarak doğru cevabın verilmesi
2	Sorunun çözümü için gerekli işlemlerin doğru yapılarak doğru sonuca ulaşılması.	Sorunun çözümü ile ilgili yeterli açıklamaların olması ve yapılan açıklamaların işlemlerle desteklenmesi.

Deney gurubu kavramsal bilgi ön-test ( $W(29)=0.887$ ,  $p=.005<.05$ ), kontrol gurubu kavramsal bilgi ön-test ( $W(25)=0.766$ ,  $p=.000<.05$ ), deney gurubu işlemsel bilgi ön-test ( $W(29)=0.772$ ,  $p=.000<.05$ ), kontrol gurubu işlemsel bilgi ön-test ( $W(25)=0.701$ ,  $p=.000<.05$ ), deney gurubu kavramsal bilgi son-test ( $W(29)=0.927$ ,  $p=.045<.05$ ), kontrol gurubu kavramsal bilgi son-test ( $W(25)=0.873$ ,  $p=.005<.05$ ), deney gurubu işlemsel bilgi son-test ( $W(29)=0.829$ ,  $p=.000<.05$ ), kontrol gurubu işlemsel bilgi son-test ( $W(25)=0.848$ ,  $p=.002<.05$ ). Bu durumun sonucunda, uygulama öncesinde ve sonrasında her iki grubun testlerden elde ettikleri puan ortalamaları arasında anlamlı bir farkın bulunup bulunmadığını belirlemek için Mann-Whitney U testi kullanılmıştır.

### Gruplarda Yürütülen Öğretim Süreçlerinin Tasviri

Araştırma çerçevesinde öğretim 2 hafta/12 ders saati sürmüştür. Kontrol grubu olarak belirlenen sınıfta öğretim geleneksel olarak yürütülmüştür. Derslerin anlatımında genel olarak doğrudan anlatım, soru-cevap ve tartışma yöntem ve teknikleri tercih edilmiştir. Dersler önceden yapılandırılmış ders planlarına göre işlenmiştir. Ders planları, MDÖP kazanımlarına uygun olacak şekilde ders kitabı esas alınarak hazırlanmıştır. Öğretmen konunun teorik anlatımını yaptıktan sonra ders planında yer alan soruların çözümünü yaparak süreci tamamlamıştır. Öğretmen bu süreç içinde zaman zaman öğrencilere tahtada soru çözümleri yaptırarak ve sorular sorarak onları öğretim sürecine dâhil etmeye çalışmıştır. Konu bitiminde ders planlarında belirtilen sorular ve ders kitabındaki ünite değerlendirme çalışmaları ödev olarak verilmiştir.

Deney grubu olarak belirlenen şubede öğretim etkinlik temelli olarak gerçekleştirilmiştir. Etkinlik temelli öğretim sürecinde kullanılan etkinlikler Uğurel, Bukova-Güzel ve Kula'nın (2010) matematiksel etkinlikler için yaptıkları öneriler göz önüne alınarak tasarlanmıştır. Uğurel, Bukova-Güzel ve Kula'ya (2010) göre bir matematiksel etkinlik

öğretilecek olan kavramın kritik özelliğini ortaya koyucu olmalı, görsel materyallerden oluşmalı, öğrenenlerin aktif katılımına imkân sağlamalı, öğrenenler için anlamlı olmalı, ön öğrenme ve deneyimlerden yararlanılarak bilginin yapılandırılmasına izin vermeli, tartışma ve tahminlere fırsat verici nitelikte olmalıdır.

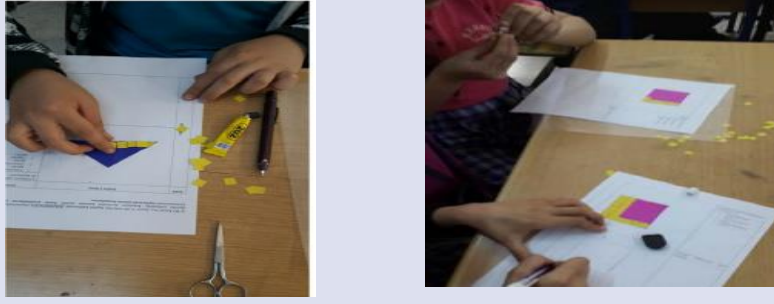
Etkinlik temelli öğretim sürecinde kullanılan etkinlikler 3 farklı grupta sınıflandırılabilir. Bunlardan ilki, alan ölçme kavramının kazanılmasına ilişkin etkinliklerdir. Bu etkinliklerde öğrenciler, düzgün olan ve olmayan geometrik şekillerin alanlarını birimkarelerle kaplama yöntemiyle belirlemeye çalışmışlardır.

İkinci gruptaki etkinlikler alan formüllerinin keşfine hizmet etmektedir. Kesme-yapıştırma tarzında gerçekleşen bu etkinliklerde, dikdörtgenin alan formülünden yola çıkılarak diğer geometrik şekillerin alan formüllerinin (örn. Paralelkenardan bir dikdörtgen oluşturarak paralelkenarın alan formülünü keşfetmek) keşfedilmesi amaçlanmıştır.

Son gruptaki etkinliklerde ise alan formüllerinin problem durumlarına uygulanması amaçlanmıştır. Bu amaçla öğretmen, farklı kaynaklardan faydalanarak alan formüllerinin uygulanmasını gerektiren çeşitli problem senaryoları oluşturmuştur. Bu senaryolarda öğrencilerden alan hesaplamaları yaparak senaryoda eksik bırakılan kısımları doldurmaları istenmiştir. Bunların yanı sıra tangram bloklarının kullanılmasını içeren problem durumları da bu sürece dahil edilmiştir. Öğrencilerden tangram bloklarını kullanarak farklı boyutlarda geometrik şekiller oluşturmaları, daha sonra oluşturdıkları şekillerin alanlarını hem birimkarelerle kaplama hem de cetvel yardımıyla uzunluklarını belirleyip alan formüllerini kullanarak ölçmeleri ve elde ettikleri sonuçları karşılaştırmaları istenmiştir.

Etkinlik temelli öğretimin gerçekleştiği sınıf ortamındaki iki fotoğraf Resim-1'de sunulmuştur.





Resim 1. Etkinlik gerçekleştirme sürecindeki öğrenciler

Çizelge 3. Katılımcıların KİBÖT'te sergiledikleri performansların betimsel istatistikleri

Dönem	Kısım	Grup	N	$\bar{X}$	SD	Ortanca
Uygulama Öncesi	İşlemsel	Deney	29	2,51	3,2	1
		Kontrol	25	1,52	2,18	1
	Kavramsal	Deney	29	1,51	1,18	2
		Kontrol	25	1,20	1,35	1

Çizelge 4. Grupların KİBÖT'ün işlemsel kısmından elde ettikleri puanlar üzerinde gerçekleştirilen Mann-Whitney U testi sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney	29	28,78	834,5	325,5	0,495
Kontrol	25	26,02	650,5		

Çizelge 5. Grupların KİBÖT'ün kavramsal kısmından elde ettikleri puanlar üzerinde gerçekleştirilen Mann-Whitney U testi sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney	29	30,09	872,5	287,5	0,178
Kontrol	25	24,5	612,5		

#### Araştırmanın Etik İzinleri

Yapılan bu çalışmada "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi" kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan "Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler" başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbirisi gerçekleştirilmemiştir.

Etik kurul izin bilgileri

Etik değerlendirmeyi yapan kurul adı: Trabzon Üniversitesi

Etik değerlendirme kararının tarihi: 25.04.2019

Etik değerlendirme belgesi sayı numarası: 99699167-300-E.1089

#### Bulgular

Araştırmada elde edilen bulgular, uygulama öncesi elde edilen bulgular ve uygulama sonrası bulgular olmak üzere iki başlık altında sunulmuştur.

#### Veri Toplama Araçları Uygulama Öncesinde Elde Edilen Bulgular

Araştırma bağlamında yürütülen öğretim süreçleri öncesinde, katılımcıların dörtgenlerde alan konusuna ilişkin ön öğrenmelerine dayalı olarak sahip oldukları işlemsel ve kavramsal bilgileri arasında bir farklılığın olup olmadığını belirlemek için KİBÖT uygulanmıştır. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin KİBÖT'ün kavramsal ve işlemsel bölümlerinde sergiledikleri performansların betimsel istatistikleri Çizelge 3'te sunulmuştur.

Çizelge 3'te yer alan veriler ile testin işlemsel ve kavramsal bölümünden alınabilecek en yüksek puanın 15 olduğu birlikte değerlendirildiğinde, her iki grubunda performanslarının düşük olduğu değerlendirilmektedir.

Uygulama öncesinde iki grubun işlemsel bilgileri arasında anlamlı bir farklılığın bulunup bulunmadığını belirlemek için KİBÖT'ün işlemsel kısmından elde ettikleri puanlar üzerinde Mann-Whitney U testi gerçekleştirilmiştir. Testten elde edilen sonuçlar Çizelge 4'te görülmektedir.

Çizelge 4'ten görüldüğü üzere uygulama öncesinde deney grubu (Ortanca=1) ile kontrol grubu (Ortanca=1) arasında, KİBÖT'ün işlemsel kısmından elde

edilen puanlar açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır ( $U=325,5$ ,  $p>0,05$ ).

Uygulama öncesinde iki grubun kavramsal bilgileri arasında anlamlı farklılığın olup olmadığını belirlemek için KİBÖT'ün kavramsal kısmından elde ettikleri puanlar üzerinde Mann-Whitney U testi gerçekleştirilmiştir. Testten elde edilen sonuçlar Çizelge 5'te görülmektedir.

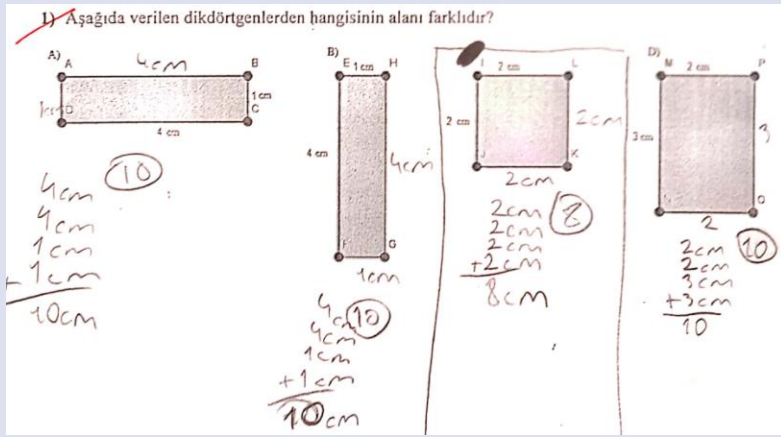
Çizelge 5'ten anlaşılacağı üzere uygulama öncesinde deney grubu (Ortanca=2) ile kontrol grubu (Ortanca=1) arasında, KİBÖT'ün kavramsal kısmından elde edilen puanlar açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır. Sonuç olarak, uygulama öncesinde her iki grupta bulunan öğrencilerin dörtgenlerde alan konusuna ilişkin sahip oldukları işlemsel ve kavramsal bilgi açısından birbirine denk olduğu söylenebilir.

Testte yer alan sorulara verilen cevaplar incelendiğinde, soruların çözümünde öğrencilerin bazı ortak güçlükler yaşadıkları görülmüştür. Bunlardan ilki, bir kısm öğrencinin

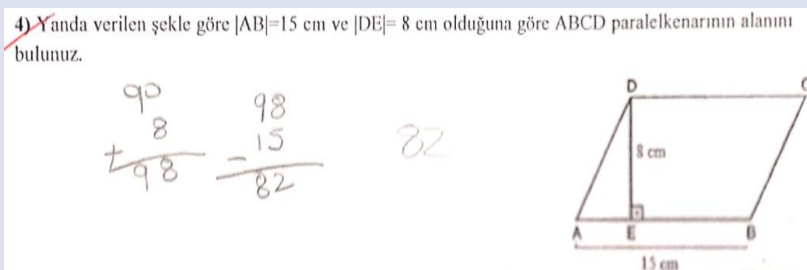
çevre ve alan kavramları arasında ayırım yapamamasıdır. Bunun sonucunda, bazı öğrencilerin alan için çevre tanımı yaptıkları belirlenmiştir. Buna paralel olarak, öğrencilerin bir kısmı alan hesabı yapmayı gerektiren sorularda çevre hesabı yapmışlardır. Bu yönde bir yanılgıya sahip olan öğrencinin cevabı Resim 2'de resmedilmiştir. Resim 2'den anlaşıldığı üzere, soruda verilen dörtgenlerin alanlarının kıyaslanması istenmesine rağmen öğrenci dörtgenlerin çevrelerini hesaplamış ve bulduğu değerleri kıyaslamıştır.

Bunu yanı sıra sorulara verilen yanıtlar bazı öğrencilerin farklı cinsteki ölçüler arasında işlem yaptıklarını ortaya çıkarmıştır. Bu yönde hata sergileyen bir öğrencinin yanıtı Resim 3'te sunulmuştur.

Resim 3'te görüldüğü üzere öğrenci dik açının ölçüsü ile yüksekliği ifade eden doğru parçasının ölçüsünü toplamış, devamında elde ettiği sonuçtan kenar uzunluğunu çıkarmıştır.



Resim 2. Alan hesabı yerine çevre hesabı yapan bir öğrencinin yanıtı



Resim 3. Farklı cinsteki ölçüler arasında işlem yapmayı örnekleyen öğrenci yanıtı.

Çizelge 6. Belirlenen güçlükler sahip olan öğrencilerin frekansları

Belirlenen güçlük	Deney (n)	Kontrol (n)
Alan ve çevre kavramları arasında ayırım yapamamak	15	16
Farklı cinslerdeki ölçüler arasında işlem yapmak	3	2
Alan formüllerini uygulayamamak	13	11
Alan kavramını bir bölgenin ölçüsü olarak yorumlayamamak	10	12

Çizelge 7. Katılımcıların KİBST’de sergiledikleri performansların betimsel istatistikleri

Dönem	Kısım	Grup	N	$\bar{X}$	SD	Ortanca
Uygulama sonrası	İşlemsel	Deney	29	5,41	4,11	6
		Kontrol	25	3,48	3,56	3
	Kavramsal	Deney	29	2,65	1,56	2
		Kontrol	25	1,8	1,55	1

Çizelge 8. Grupların KİBST’nin işlemsel kısmından elde ettikleri puanlar üzerinde gerçekleştirilen Mann-Whitney U testi sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney	29	31,19	904,5	255,5	0,06
Kontrol	25	23,22	580,5		

Çizelge 9. Grupların KİBST’nin kavramsal kısmından elde ettikleri puanlar üzerinde gerçekleştirilen Mann-Whitney U testi sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	P
Deney	29	31,64	917,5	242,5	0,03
Kontrol	25	22,7	567,5		

Çizelge 10. Uygulama sonrasında belirlenen güçlükler sahip olan öğrencilerin frekansları

Belirlenen güçlük	Deney (n)	Kontrol (n)
Alan ve çevre kavramları arasında ayırım yapamamak	1	1
Farklı cinslerdeki ölçüler arasında işlem yapmak	1	1
Alan formüllerini uygulayamamak	4	10
Alan kavramını bir bölgenin ölçüsü olarak yorumlayamamak	4	5

Öğrencilerin verdiği yanıtlardan ortaya çıkan ve Resim 3’te verilen yanıtın da bir örnek oluşturduğu bir diğer bulgu, öğrencilerinin bir bölümünün dörtgenlerin alanını veren formüllerini bilmediğidir. Bu eksikliğin sonucunda öğrenciler sorulara cevap vermek için sorularda yer verilen sayısal değerler arasında rasgele işlemler yaptıkları tespit edilmiştir. Ortaya çıkan bir diğer durum, öğrencilerin bir bölümünün alan kavramını bir şeklin kapladığı bölgenin ölçüsü olarak yorumlayamamalarıdır.

Bunun sonucu olarak, çözüm için gerekli olmadığı durumlarda bile verilen şekillerin alanlarını kıyaslayabilmek için şekillerin alan formüllerinde yer alan uzunluk ölçülerine ihtiyaç duymuşlardır. Ortaya çıkan bu yaygın güçlüklerin frekansları Çizelge 6’da sunulmuştur.

#### Uygulama Sonrası Elde Edilen Bulgular

Araştırma çerçevesinde gerçekleştirilen öğretim süreçleri sonunda, katılımcıların dörtgenlerde alan konusuna ilişkin sahip oldukları kavramsal ve işlemsel bilgileri arasında bir farklılığın olup olmadığını belirlemek için KİBST uygulanmıştır. Her iki grubun KİBST’nin kavramsal ve işlemsel kısımlarında sergiledikleri performansların betimsel istatistikleri Çizelge 7’de sunulmuştur.

Çizelge 7’den görüldüğü üzere testin her iki kısmında da deney grubu öğrencilerin elde ettikleri puanların ortalaması kontrol grubu öğrencilerinin puan ortalamasından daha yüksektir.

Yürütülen öğretim süreçleri sonrasında iki grup arasında işlemsel bilgi açısından anlamlı farklılığın bulunup

bulunmadığını belirlemek için katılımcıların KİBST’nin işlemsel kısmından elde ettikleri puanlar üzerinde Mann-Whitney U testi gerçekleştirilmiş olup sonuçlar Çizelge 8’de sunulmuştur.

Çizelge 8’den anlaşıldığı üzere, yürütülen öğretim süreci sonunda deney grubundaki öğrenciler (Ortanca=6) ile kontrol grubundaki öğrencilerin (Ortanca=3) KİBST’nin işlemsel kısmında sergiledikleri performanslar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamakla (U=255,5, p>0,05) beraber, ortaya çıkan olasılık değeri (p=0,06) deney grubu lehine anlamlılık sınırına çok yakındır.

Çalışma bağlamında yürütülen derslerin sonrasında, iki gruptaki öğrencilerin kavramsal bilgileri arasında farklılık bulunup bulunmadığını belirlemek için grupların KİBST’nin kavramsal kısmında elde ettikleri puanlar üzerinde Mann-Whitney U testi gerçekleştirilmiştir. Testten elde edilen sonuçlar Çizelge 9’da sunulmuştur.

Çizelge 9’dan anlaşıldığı üzere, yürütülen öğretim süreci sonunda deney grubundaki öğrenciler (Ortanca=2) ile kontrol grubundaki öğrencilerin (Ortanca=1) KİBST’nin kavramsal kısmında sergiledikleri performanslar arasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır (U=242,5, p<0,05).

Öğrencilerin KİBÖT’te yaşadıkları ve bir önceki bölümde açıklanan güçlükler KİBST’ye verilen cevaplarda da rastlanmıştır. Bu güçlükleri örneklendiren öğrenci cevapları bir önceki bölümde sunulduğundan, burada yalnızca ilgili güçlüğü sergileyen öğrenci frekansları Çizelge 10’da verilmiştir.



Uygulama öncesinde belirlenen güçlülere sahip olan öğrencilerin frekanslarını gösteren Çizelge 6'daki veriler ile Çizelge 10'daki veriler kıyaslandığında, her iki grupta yürütülen öğretim sürecinin ilk iki sıradaki güçlülüklerin üstesinden gelmede etkili olduğu görülmektedir. Bununla birlikte deney grubunda yürütülen öğretim sürecinin, alan formüllerini uygulama yeterliliğini kazandırmada kontrol grubunda benimsenen yaklaşıma nispeten daha etkili olduğu gözle çarpılmaktadır.

### Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Gerçekleştirilen öğretim süreçleri sonunda, deney grubundan yer alan öğrencilerin kavramsal bilgi açısından kontrol grubu öğrencilerine nazaran daha iyi performans gösterdiği belirlenmiştir. Bu farkın ortaya çıkmasında deney grubunda gerçekleştirilen etkinliklerin olumlu rol oynadığı düşünülmektedir. Özellikle deney grubunda yer alan öğrencilerin, geometrik şekillerin alanlarını somut materyal kullanarak kaplamaları ve devamında alan değerini birimkarelerin sayısı ile belirlemelerinin, alan kavramını kavramsal olarak anlamada olumlu rol oynadığı değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, somut materyaller kullanılarak kesme-yapıştırma tarzında yürütülen etkinlikler ile geometrik şekillerin alan formüllerinin keşfedilmesinin, alan formüllerini problem durumlarına uygulama becerisine olumlu katkı sağladığı düşünülmektedir. Benzer şekilde, etkinlik temelli öğretim sürecinin öğrenme sürecine olumlu katkı sağladığı, farklı konuları odağa alan literatürdeki diğer araştırmalarda da ifade edilmiştir. Örneğin, Gürbüz ve diğerleri (2010) etkinlik temelli öğretimin 5. sınıf öğrencilerinin olasılık kavramlarına ilişkin öğrenmelerine etkisini inceledikleri araştırmada, kavramsal anlama açısından etkinlik temelli öğretimin geleneksel öğretime nazaran daha etkili olduğunu belirlemişlerdir. Bir başka araştırmada Mert-Cüce (2012), etkinlik temelli öğretim sürecinde öğrencilerin akıl yürütme becerilerinin ve muhakeme yeteneklerinin arttığını ortaya koymuşlardır. Etkinlik temelli öğretimi problem çözme becerisi bağlamında inceleyen Ebret (2015), bu yaklaşımın öğrencilerin rutin olmayan problemleri çözmeye performanslarını olumlu yönde etkilediğini belirlemiştir.

Araştırmada cevap aranan problem, etkinlik temelli tasarlanan öğretim sürecinin geleneksel öğretim yöntemine kıyasen öğrencilerin kavramsal ve işlemsel bilgilerinin gelişiminde bir farklılık oluşturup oluşturmadığı idi. Elde edilen bulgular, benimsenen yaklaşımın kavramsal bilginin gelişimi açısından olumlu anlamda farklılığa sebep olduğu, işlemsel bilginin gelişimi açısından ise farklılığa sebep olmadığı sonucunu ortaya çıkarmıştır. Buna ek olarak, her ne kadar işlemsel bilginin gelişimi açısından anlamlı bir farklılık ortaya çıkmamış olsa da deney grubu öğrencilerinin son-test performansları daha yüksek olup, iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlılık düzeyine çok yakındır. Araştırmada elde edilen bu sonuçtan hareketle, etkinlik temelli öğretimin sınıf ortamlarına dahil edilmesi önerilmektedir.

Kavramsal bilginin önemli göstergelerinden biri kavramın tanımının yapılabilmesi ve kavramın benzer

kavramlardan farkının açıklanabilmesidir (Rittle-Johnson ve Schneider, 2015). Ön test sonuçlarından elde edilen bulgular, temelde öğrencilerin alan kavramına dair yeterli ve doğru tanım bilgilerine sahip olmadığını göstermiştir. Bu durum Emekli (2001) ile Tan-Şişman ve Aksu'nun (2009) alan kavramı üzerine yapmış oldukları çalışmaların sonuçları ile paralellik göstermektedir. Alan kavramını tanımlamaya çalışan öğrencilerin bir diğer eğilimi ise alan formülleri ile tanım yapmaya çalışmalarıdır. Bu durum ise öğrencilerin alan kavramının kavramsal boyutundan ziyade işlemsel boyutu ile ilgilendiklerinin bir göstergesi olduğunu düşündürmektedir. Deney ve kontrol gruplarında yapılan ön test sonuçlarına göre kavramsal bilgi testinden alınan puanların işlemsel bilgi testinden alınan puanlardan daha düşük olması bu durumun bir başka göstergesidir. Bu eğilimin nedeni ise geleneksel eğitim anlayışında ders sürecinin daha çok işlemsel odaklı ilerlemesi olabilir. Grant ve Kline'in (2003) da belirtmiş olduğu gibi alan konusunda öğrencilerin hesaplama ve formül uygulamalarına odaklanma eğiliminde oldukları bu çalışmada da görülmüştür. Alan kavramı ile alan ölçme kavramlarının bazı öğrenciler tarafından aynı olarak nitelendirilmesi alan kavramına dair hatalı eksik öğrenmelerin bir diğer göstergesi olmuştur. Güreffe'nin (2018) yapmış olduğu çalışmada da öğrencilerin alan ve alan ölçüsü kavramlarını karıştırdıkları görülmüştür. Dolayısıyla karşılaşılan bu durum Güreffe'nin (2018) yapmış olduğu çalışma ile paralellik göstermektedir.

Rittle-Johnson ve Schneider'a (2015) göre matematiksel bir kavrama ait çoklukları karşılaştırabilme ve kıyaslayabilme kavramsal bilginin bir göstergesidir. Farklı alanlara sahip geometrik şekillerin alanlarının kıyaslanması istendiğinde öğrencilerin geometrik şekillerin çevrelerine bakarak kıyaslama yaptıkları ve alan ile çevre kavramlarını karıştırdıkları görülmüştür. Uygulama öncesinde yapılan ön test sonuçlarına göre deney ve kontrol grubunda bulunan bazı öğrencilerin çevre uzunluğu büyük olan şeklin alanının büyük olduğunu belirtmelerinden ötürü kavramsal bilgilerin zayıf olduğu düşünülmektedir. Bu durum Emekli (2001) ile Tan-Şişman ve Aksu'nun (2009) yapmış oldukları çalışmaların sonuçları ile uyumaktadır.

Rittle-Johnson ve Schneider'a (2015) göre kural icat etme de kavramsal bilginin bir farklı göstergesidir. Öğrencilerin önceden bildikleri alan bağıntılarından yararlanarak yeni geometrik şekillerin alan bağıntılarını elde edememeleri, öğrencilerin geometrik şekiller arasındaki hiyerarşiyi kavrayamadıklarının ve kavramsal bilgilerinin yetersiz olduğunu düşündürmektedir. Yapılan etkinliklerde öğrencilerin paralelkenar ile üçgen ve yamuk arasındaki şekilsel ilişkiyi fark edememeleri, bu şekillerin alan bağıntıları arasındaki ilişkiyi de fark edememelerinin nedeni olabilir. Öğrencilerin model ile cebirsel yapı arasında ilişki kuramamaları da kavramsal bilginin zayıflığının bir göstergesi olabilir. Nitekim Lesh ve Doerr (2000) modelleme etkinliklerinin kavramsal anlayışı güçlendirdiğine dikkat çekmektedir.

Öğrencilerin verdiği cevaplar göz önüne alındığında ortaya çıkan bir diğer önemli husus ise öğrencilerin alan korunumu düşüncesine sahip olmamalarıdır. Korunum;

uzunluk, alan, kütle gibi miktar bildiren kavramlarla ilgili olup "fiziksel değişimin sonucu değiştirmediklerinin farkına varma" anlamına gelmektedir (Altun, 1998, s.162). Altun (1998) alan korunumunu kazanamamış öğrencilerin, bir şekli oluşturan parçaların yerlerinin değişmesiyle alanın azalıp çoğalabileceğini söyleyebileceklerini belirtir. Aynı zamanda bu durumdaki öğrencilerin şekillerin alan bağıntılarının elde edilmesinde başvurulacak eylemlerin sonucu değiştireceğini düşünecekleri için bağıntıları kavrayamayacaklarını belirtir. Tan-Şişman ve Aksu'nun (2009) yapmış olduğu çalışmada da alan korunumu konusundaki başarısızlığın, alan kavramını anlamlandırmada yetersizliğe sebep olduğu belirtilmiştir. Benzer şekilde Emekli'nin (2001) yapmış olduğu çalışmada 7. sınıf öğrencilerin alan korunumunu kavramını anlamlandırmada sorun yaşadıkları belirtilmiştir.

Bir konuda rutin olmayan problemlerin çözümü için öğrencinin kendinde var olan bilgiden yola çıkarak çözüm üretebilmesi (Rittle-Johnson ve Schneider, 2015) ve bireyin daha önceden aşına olmadığı matematiksel görevleri yapabilmesi (Rittle-Johnson ve Schneider, 2015) kavramsal bilginin önemli göstergelerindendir. Öğrencilerin verilen şekillerin alanlarını kıyaslamaları gerekirken çevrelerini kıyaslamaları, alan ve çevre kavramları arasında bir karmaşanın yaşandığının ve kavramsal bilginin zayıflığının bir göstergesidir. Ayrıca verilen cevaplar incelendiğinde bazı öğrencilerin verilen şekillerin çevreleri eşit olduğundan dolayı alanlarının da eşit olduğunu düşündükleri ortaya çıkmıştır. Buradan öğrencilerin alan ve çevre kavramları arasında doğrusal bir ilişki olduğuna inandıkları ortaya çıkmaktadır. Bu sonuç ise Güreffe'nin (2018) yapmış olduğu çalışmanın sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Matematiksel bir görevi tamamlamak için ilgili kural ya da algoritmayı bilme işlemsel bilginin göstergelerindendir (Hiebert ve Lefevre, 1986). Sorulara verilen cevaplar incelendiğinde, öğrencilerin farklı geometrik şekillerin alan hesabı için gerekli olan formülü bilme ve bu formülleri uygulamada hatalı ve eksik öğrenmelerinin olduğu görülmüştür. Ayrıca sorularda verilen nicel verilerle rasgele işlem yaptıkları görülmüştür. Öğrencilerin uzunluk ve açı değerleri arasında aritmetik işlemler yapması bu duruma örnek olarak verilebilir. Bu durum matematiksel terminolojinin uygun olarak kullanılmadığının ve matematiksel gösterimlerin tanınmadığının göstergesidir. Matematiksel terminoloji uygun olarak kullanılabilecek ve matematiksel gösterimleri tanıyabilme becerisi (Hiebert ve Lefevre, 1986) ise işlemsel bilginin bir başka göstergesidir. Öte yandan işlemsel bilgi sorularında yapılan hataların bir kısmının kavramsal algıdaki eksiklikten kaynaklandığı düşünülmektedir. Örneğin, geometrik şekillerin alanlarının hesaplanmasının istendiği sorularda öğrencilerin çevre hesabı yapması bunun göstergelerinden biridir. Alan ve çevre kavramlarının kavramsal olarak ayırt edilememesi, işlemsel bilgi sorularında da öğrencilerin hataya düşmesine neden olmuştur.

Araştırmada ulaşılan bir diğer sonuç, öğrencilerin alan ve çevre kavramları arasında ayırım yapamamasıdır. Bu sonuçtan hareketle, alan ölçme kavramına ilişkin öğretim sürecinin yalnızca geometrik şekillerin alan formüllerinin verilip devamında bu formülleri uygulamayı gerektiren soru

çözümlerinin gerçekleştirilmesinin uygun olmadığı düşünülmektedir. Bu duruma alternatif olarak, özellikle alan ölçmenin kavramsal olarak anlaşılabilmesi amacıyla, bir bölgenin alan değerinin o bölgeyi kaplamak için gereken birimkarelerin sayısı olduğu yönünde anlayışı geliştirecek etkinliklerin öğretim sürecine dahil edilmesi önerilmektedir. Aynı zamanda alan kavramının günlük hayatla ilişkilendirilmesine yönelik etkinliklere de yer verilebilir. Öte yandan geometrik şekiller arasındaki hiyerarşinin ve sınıflandırmanın öğretimi, alan bağıntılarının keşfedilme sürecinde yardımcı olabilir. Geometrik şekiller arasındaki ilişkinin anlaşılması için kesme ve yapıştırma etkinlikleri yapılabileceği gibi tangram blokları da kullanılabilir. Yine alan korunumunun anlaşılmasına yönelik etkinliklerin yapılması, alan bağıntılarının keşfedilmesi sürecine yardımcı olabilir. Öğrencilerin etkinlik temelli öğretim sürecine alışkın olmamaları, yapılan etkinliklerle matematiksel yapı arasındaki ilişkinin kurulmasında çeşitli zorluklara neden olabilmektedir. Bu nedenle etkinlik temelli öğretim sürecinde sınıf yönetimi iyi planlanmalı, sınıf içinde yapılan etkinlikler hedef kazanıma uygun nitelikte ve öğrenci seviyesine uygun olmalıdır.

Çalışmanın sonuçları ışığında; farklı öğretim yöntemlerinin alan ve alan ölçme konusundaki kavramsal ve işlemsel bilgi üzerindeki etkisinin incelenmesi, farklı matematik konularının etkinlik temelli öğretim yoluyla öğretilmesinin kavramsal ve işlemsel bilgi üzerindeki etkisinin incelenmesi, farklı matematik konularında öğrencilerin kavramsal ve işlemsel bilgilerinin ortaya çıkarılması ve kavramsal-işlemsel bilgiyi ölçmek için ölçek geliştirme çalışmaları ileride yapılabilecek araştırmalara örnek olarak gösterilebilir.

## Summary

### Introduction

Students experience difficulties in learning the content addressed in the topic of area measurement (Tan-Şişman & Aksu, 2009). Research studies focused on this topic reported that students could not distinguish between the concepts of area and perimeter (Dağlı, 2010; Güreffe, 2018) and had difficulty in applying the area formulae to problem situations (Emekli, 2001). Outhred and Mitchelmore (2000) especially assert that the confusion of the concepts of area and perimeter is the main reason for students' difficulties in learning the subject.

Aside from students' difficulties and possible reasons for them, the literature on area measurement provides some suggestions as to the teaching of the subject as well. In this context, Fujita and Jones (2007) draw attention to the importance of designing learning environments that allow students to observe the relations between concepts and geometrical figures and to make logical deductions in an active participation process. In addition, Güreffe (2018) states that teachers should be careful in choosing strategies in teaching the subject of area measurement. She emphasizes that the conceptual meaning of formulae should be taught rather than teaching how to use them in a procedural manner. Besides, Clements and Stephan

(2004) emphasize that cutting and pasting activities with geometric shapes can be an alternative in teaching area conservation. As to supporting teaching with concrete materials, Hacıömeroğlu and Apaydın (2009) stated that the effectiveness of creating geometric shapes using a tangram set and comparing the areas and perimeters of the created shapes can be an alternative way for students to make sense of the concepts of area and perimeter.

This study aimed to determine the effect of an activity-based teaching sequence designed for teaching the objective "solves problems related to area" in the 7th grade mathematics curriculum by comparing it with the traditional teaching method. For this purpose, the main research question to be addressed in this study is "What is the effect of activity-based teaching on students' conceptual and procedural knowledge about the area measurement of quadrilaterals?". Specifically, this study sought to answer the following three sub-questions:

- Is there a significant difference between the operational knowledge of the students in the experimental and control groups about area measurement of quadrilaterals?
- Is there a significant difference between the conceptual knowledge of the students in the experimental and control groups about area measurement of quadrilaterals?
- What difficulties do students experience about area measurement of quadrilaterals?

### **Method**

To answer the research questions the study used quasi-experimental research method. The study adopted the comparison group pre- and post-test research design. In this method, attention is paid to ensure that the selected groups are comparable to each other (Çepni, 2014). For this need, a pre-test was applied to test whether the students in the experimental and control groups were equivalent prior to the study. The participants of the study were 7th grade students studying in two classes of a middle school in Istanbul district. These two classes were randomly assigned as experimental and control groups. The study was conducted with a total of 54 students, 29 in the experimental group and 25 students in the control group.

The data collection tools of the study consisted of two tests both include 10 open-ended questions, 5 of them assess procedural knowledge and the other half assess conceptual knowledge. In the preparation of the questions in the tests, the indicators listed in the literature to define procedural and conceptual knowledge were considered. Since the questions in the tests are open-ended, rubrics were used to quantify students' performances. To compare the performances of the groups in the pre- and post-test Mann-Whitney U test was used.

### **Results**

The result of the Mann-Whitney U test conducted on the pre-test indicated that there were no statistically significant differences between the groups in terms of procedural and conceptual knowledge. Hence the groups

were concluded to be equivalent at the onset of the study. After the instruction took place, the same analysis was performed on students' scores in the post-test. The result of the analysis showed that the groups were differed significantly with respect to conceptual knowledge and that there was no statistically significant difference between the groups with respect to procedural knowledge. Besides, although the difference was not statistically significant, the students in the experimental group outperformed the others in the procedural part of the post-test.

The examination of the students' responses to the test questions revealed some common difficulties. First, it was seen that some students could not distinguish between the concepts of area and perimeter. Furthermore, a significant portion of the students were not able to define the concept of area.

### **Discussion**

One of the important indicators of conceptual knowledge is that the concept can be defined, and its difference from similar concepts can be explained (Rittle-Johnson & Schneider 2015). The findings obtained from the pre-test showed that students did not have sufficient knowledge about the area concept. This is in line with the results of the studies of Emekli (2001), and Tan-Şişman and Aksu (2009). One common tendency of the students trying to define the concept of the area was to try to make a definition using area formulae. This situation suggests that students generally focused on the operational dimension of the area measurement rather than its conceptual part. The reason for this tendency may be that traditional teaching methods concentrate more on operational calculations. As Grant and Kline (2003) also stated, it was seen in this study that students tend to focus on calculations and applications of area formulae. The fact that the concept of area and area-measurement were seen as the same by some students is thought to be another indicator of erroneous in complete learning about the concept of area. Similarly, Güreffe (2018) determined that students confused the concepts of area and area measure.

### **Pedagogical Implications**

One of the results of the study is that students have learning difficulties related to the concepts of area and area measurement. In addition, the lack of discrimination between the concepts of area and perimeter was identified as another difficulty. Based on this result, it is thought that it is not appropriate to give only the area formulae of geometric shapes in the teaching process related to the concept of area measurement and then the solution of the questions that require applying these formulae. As an alternative to this situation, it is suggested to include activities that will improve the understanding that the area value of a region is the number of unit squares required to cover that region.

## Araştırmanın Etik Taahhüt Metni

Yapılan bu çalışmada bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyulduğu; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifatın yapılmadığı, karşılaşılabilecek tüm etik ihlallerde “Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi ve Editörünün” hiçbir sorumluluğunun olmadığı, tüm sorumluluğun Sorumlu Yazara ait olduğu ve bu çalışmanın herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiş olduğu sorumlu yazar tarafından taahhüt edilmiştir.

## Kaynaklar

- Akkuş, R., Akkaş, E. ve Yıldırım, B. (2018). Alan konusunu öğretirken öğrenme fırsatları oluşturmada öğretmenin rolü. *İlköğretim Online*, 17(2), 1135-1149. doi: 10.17051/ilkonline.2018.426534
- Altun, M. (1998). *Geometri öğretimi*. A. Özdaş (Ed.), Matematik öğretimi (s.158-186) içinde. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Anderson, J. R. (1993). *Rules of the mind*. Hillsdale: Erlbaum.
- Ayhan, M. A. (2011). *İlköğretim 8. sınıf matematik dersinde etkinlik temelli öğretimin akademik başarıya etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Adıyaman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adıyaman.
- Baki, A. (1998). *Matematik öğretiminde işlemsel ve kavramsal bilginin dengelenmesi*. Atatürk Üniversitesi 40.Kuruluş Yıldönümü Matematik Sempozyumu'nda sunulan bildiri, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Baki, A. (2006). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi*. Trabzon: Derya Kitabevi.
- Batdı, V. (2014). Etkinlik temelli öğrenme yaklaşımının akademik başarıya etkisi (meta-analitik ve tematik bir çalışma). *Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi* 5(3), 39-55.
- Büyüköztürk, Ş. (2009). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Ankara: Pegem Akademi.
- Can, A. (2019). *Spss ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Clements, D. H. ve Stephan, M. (2004). *Measurement in pre-K to grade 2 mathematics*. D. H. Clements ve J. Sarama (Ed.), Engaging young children in mathematics (s. 299–317) içinde. Mahwah: Erlbaum.
- Çepni, S. (2014). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. Trabzon: Celepler Matbaacılık.
- Dağlı, H. (2010). *İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin çevre, alan ve hacim konularına ilişkin kavram yanlışları* (Yayımlanmış yüksek lisans tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyon.
- Ebret, A. (2015). *Etkinlik temelli matematik öğretiminin 3. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerilerine ve matematiğe ilişkin tutumlarına etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Emekli, A. (2001). *Ölçüler konusunun öğretiminde yanlışların teşhisi ve alınması gereken tedbirler* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Ergin, D. Y. (1995). Ölçeklerde geçerlik ve güvenilirlik. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7, 125-148.
- Fauzan, A. (2002). *Applying realistic mathematics education (RME) in teaching geometry in Indonesian primaries schools* (Doktora tezi). Erişim adresi: [https://ris.utwente.nl/ws/files/6073228/thesis\\_Fauzan.pdf](https://ris.utwente.nl/ws/files/6073228/thesis_Fauzan.pdf)
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS*. London: SAGE Pub.
- Fujita, T. ve Jones, K. (2007). Learners' understanding of the definitions and hierarchical classification of quadrilaterals: Towards a theoretical framing. *Research in Mathematics Education*, 9(1-2), 3-20.
- Grant, T. J. ve Kline, K. (2003). *Developing the building blocks of measurement with young children*. D.H. Clements ve G. Bright (Ed.), Learning and teaching measurement (s. 46-57) içinde. Reston, VA: NCTM.
- Gülsoy, D. (2020). *Etkinlik temelli öğretimin 7. sınıf öğrencilerinin dörtgenlerde alan konusundaki kavramsal ve işlemsel bilgilerine etkisinin incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Trabzon Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Trabzon.
- Günay, R. (2013). *İlköğretim 7. sınıf matematik dersinde etkinlik temelli öğretim içeriklerinin farklı düzenlenme biçimlerinin öğrenci başarısına etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli.
- Gürbüz, R., Çatlıoğlu, H., Birgin, O. ve Erdem, E. (2010). Etkinlik temelli öğretimin 5. sınıf öğrencilerinin bazı olası kavramlarındaki gelişimine etkisi: Yarı deneysel bir çalışma. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 10(2), 1021-1069.
- Güfere, N. (2018). Ortaokul öğrencilerinin alan ölçüm problemlerinde kullandıkları stratejilerin belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(2), 417-438. doi: 10.16986/HUJE.2017032703
- Hacıömeroğlu, G. ve Apaydın, S. (2009). Tangram etkinliği ile çevre ve alan hesabı. *İlköğretim Online*, 8(2), 1-6.
- Hiebert, J. ve Lefevre, P. (1986). *Conceptual and procedural knowledge in mathematics: An introductory analysis*. J. Hiebert (Ed.), Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics (s. 1-27) içinde. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- İşık, H. (2019). *Etkinlik temelli öğretimin ortaokul 7. sınıflarda rasyonel sayılarla işlemler konusunda öğrenme ürünlerine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Siirt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Siirt.
- Küpcü, A. R. (2012). Etkinlik temelli öğretim yaklaşımının ortaokul öğrencilerinin orantısal problemleri çözme başarısına etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(3), 175-206.
- Lesh, R. ve Doerr, H. M. (2000). Symbolizing, communicating, and mathematizing: Key components of models and modelling. İçinde P. Cobb, E. Yackel ve K. McClain (Eds.), *Symbolizing and communicating in mathematics classrooms: Perspectives on discourse, tools and instructional design*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Mert-Cüce, A. P. (2012). *Etkinlik temelli matematik öğretimi yapılan sınıf ortamından yansımalar: Aksiyon araştırması* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Millî Eğitim Bakanlığı (2018). *Matematik dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 1,2,3,4,5,6,7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: MEB.
- Olkun, S. ve Toluk-Uçar, Z. (2014). *İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi*. Ankara: Eğiten Kitap.
- Outhred, L. N. ve Mitchelmore, C. M. (2000). Young childrens' intuitive understanding of area measurement. *Journal For Research in Mathematics Education*, 31(2), 144-167.
- Pallant, J. (2001). *SPSS survival manual*. Maidenhead: Open University Press.

- Rittle-Johnson, B. ve Schneider, M. (2015). *Developing conceptual and procedural knowledge in mathematics*. R. C. Kadosh ve A. Dowker (Ed.), Oxford handbook of numerical cognition (s.1118-1134) içinde. Oxford: Oxford University Press.
- Rittle-Johnson, B. ve Star, J. R. (2009). Compared with what? The effects of different comparisons on conceptual knowledge and procedural flexibility for equation solving. *Journal of Educational Psychology*, 101(3), 529–544. doi: 10.1037/a0014224
- Renkl, A., Stark, R., Gruber, H. ve Mandl, H. (1998). Learning from worked-out examples: The effects of example variability and elicited self-explanations. *Contemporary Educational Psychology*, 23(1), 90-108.
- Ruthruff, E., Johnston, J. C. ve vanSelst, M. A. (2001). Why practice reduces dual-task interference. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27(1), 3-21.
- Şahin, B. (2015). *Etkinlik temelli geometri öğretiminin öğrenme ürünlerine etkisi* (Yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Tan-Şişman, G. ve Aksu, M. (2009). Yedinci sınıf öğrencilerinin alan ve çevre konularındaki başarıları. *Elementary Education Online*, 8(1), 243-253.
- Uğurel, I., Bukova-Güzel, E. ve Kula, S. (2010). Matematik öğretmenlerinin öğrenme etkinlikleri hakkındaki görüş ve deneyimleri. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi* 28, 103-123.
- Van de Walle, J. A., Karp, K. S. ve Bay-Williams, J. M. (2013). *İlkokul ve ortaokul matematiği gelişimsel yaklaşımla öğretim* (S. Durmuş, Çev.) Ankara: Nobel Akademik.
- Yanık, B. (2016). *Kavramsal ve işlemsel anlama*. E. Bingölbalı, S. Arslan ve İ. Ö. Zembat (Ed.), Matematik eğitiminde teoriler (s. 102-114) içinde. Ankara: Pegem Akademi.
- Zembat, İ. Ö. (2014). *Ölçme, temel bileşenleri ve sık karşılaşılan kavram yanlışları*. E. Bingölbalı, ve M. F. Özmantar (Ed.), İlköğretimde karşılaşılan matematiksel zorluklar ve çözüm önerileri (s. 127-151) içinde. Ankara: Pegem Akademi.