



**MATEMATİKSEL MODELLEME YÖNTEMİYLE
8. SINIF ÜSLÜ İFADELER KONUSUNUN
ÖĞRETİMİNE YÖNELİK BİR EYLEM
ARAŞTIRMASI**

Merve ZİHAR

Yüksek Lisans Tezi

Matematik ve Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı

Doç. Dr. Alper ÇİLTAŞ

2018

(Her Hakkı Saklıdır)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ ANA BİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

**MATEMATİKSEL MODELLEME YÖNTEMİYLE 8. SINIF ÜSLÜ İFADELER
KONUSUNUN ÖĞRETİMİNE YÖNELİK BİR EYLEM ARAŞTIRMASI**
**(An Action Research on the Teaching of the 8th Grade Exponentials by Mathematical
Modeling)**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Merve ZİHAR

Danışman: Doç. Dr. Alper ÇİLTAŞ

Erzurum
Ekim, 2018

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Merve ZİHAR tarafından hazırlanan “Matematiksel Modelleme Yöntemiyle 8. Sınıf Üslü İfadeler Konusunun Öğretimine Yönelik Bir Eylem Araştırması” başlıklı çalışması 23/10/2018 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Matematik ve Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalında Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Erdiñ ÇAKIROĞLU

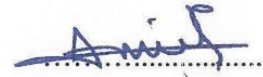
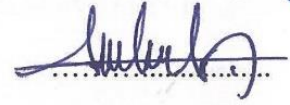
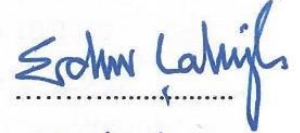
Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Danışman: Doç. Dr. Alper ÇİLTAS

Atatürk Üniversitesi

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Abdullah KAPLAN

Atatürk Üniversitesi



Enstitü Yönetim Kurulunun
.../.../... tarih ve sayılı
kararı.

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

05 Kasım 2018



Prof. Dr. Mustafa SÖZBİLİR

Enstitü Müdürü

ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Matematiksel Modelleme Yöntemiyle 8.Sınıf Üslü İfadeler Konusunun Öğretimine Yönelik Bir Eylem Araştırması” başlıklı çalışmanın tarafımdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını ve yararlandığım eserleri kaynakçada gösterdiğimi beyan ederim.

23/10/2018



Merve ZİHAR

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/.../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun/.../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Tez konumu seçmemde ve tezin yazımında bana yardımcı olan, rehberlik eden, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan danışmanım Doç. Dr. Alper ÇİLTAŞ'a en derin saygılarımla teşekkür ediyorum.

Yüksek lisans tezimin veri analizi aşamasında benden yardımlarını esirgemeyen Erciyes Üniversitesi Dr. Öğretim Üyesi Sevim SEVGİ hocama teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca bu çalışmanın uygulanmasında ve yürütülmesinde bana yardımcı olan okul idaresi ve öğrencilerime teşekkürlerimi sunuyorum.

Merve ZİHAR



ÖZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MATEMATİKSEL MODELLEME YÖNTEMİYLE 8. SINIF ÜSLÜ İFADELER
KONUSUNUN ÖĞRETİMİNE YÖNELİK BİR EYLEM ARAŞTIRMASI

Merve ZİHAR

Ekim 2018, 108 sayfa

Amaç: Araştırmanın amacı ortaokul matematik müfredatında sıkıntı çekilen, birçok konuya temel teşkil eden ve liselere geçiş sınavında da yer alan üslü ifadeler konusunun matematiksel modelleme yöntemi ile öğretiminin öğrenci başarısı ve öğrencilerin ders hakkındaki düşünceleri üzerinde anlamlı bir fark oluşturup oluşturmadığını tespit etmektir. Bunun yanı sıra matematiksel modelleme ile öğretimin konunun akılda kalıcılık düzeyine etkisini incelemek de amaçlanmıştır.

Yöntem: Araştırma bir eylem araştırması olarak var olan bir sorunun çözümüne yönelik hazırlanan bir eylem planı ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın katılımcıları, 2017-2018 eğitim-öğretim yılı, Kayseri ilinde bir devlet okulunda 8. sınıfta öğrenim görmekte olan 25 öğrenciden oluşmaktadır. Araştırmanın nitel boyutunda araştırmacı günlüğü ve öğrenci görüş formu veri toplama aracı olarak kullanılırken nicel boyutunda Üslü İfadeler Bilgi Testi; Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi olarak uygulanmıştır.

Bulgular: Nicel bulgulara göre öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanmasından sonra son test puanlarında bir artış meydana gelmiş ve SPSS ile yapılan analizler sonucu matematiksel modelleme etkinliklerinin üslü ifadeler konusunun öğreniminde olumlu yönde değişim sağladığı görülmüştür. Aynı zamanda yapılan kalıcılık testi ile matematiksel modelleme etkinliklerinin konunun akılda kalıcılık düzeyini artırdığı görülmektedir. Nitel boyutta ise uygulanan öğrenci görüş formu sonucunda matematiksel modelleme problemleri ile öğrencilerin matematik dersine karşı olan ilgileri pozitif yönde gelişme göstermiştir.

Sonuç: Sonuç olarak çalışma yapılan grubun matematik dersinde matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanmasıyla öğrencilerin üslü ifadeler konusunda başarısının ve derse olan ilgilerinin arttığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: matematiksel modelleme, eylem araştırması, üslü ifadeler

ABSTRACT

AN ACTION RESEARCH ON THE TEACHING OF THE 8TH GRADE EXPONENTIALS BY MATHEMATICAL MODELING

Merve ZİHAR

October 2018, 108 Pages

Purpose: The aim of this research is to determine whether teaching the exponentials that students have difficulty in the elementary school mathematics curriculum, underlines many subjects and exists in the exam LGS (the exam of entrance to high school) through the mathematical modeling method has an effect on the students' success and their views about the mathematics. Also, it was aimed to investigate the effect of teaching the subject through mathematical modeling on the memorability level.

Method: This research was carried out with an action plan that was prepared for solving a problem existed as an action research. The participants of the study consist of 25 eight-grade students who are studying in 2017-2018 academic year of a state school in Kayseri. As data collection tools, investigator's diary and student view form were used in qualitative aspect, and exponentials success test as pre-test, post-test and memorability test was used in quantitative aspect.

Results: According to quantitative findings, it was seen that there was an increase on post-test scores of the students after implementation of the mathematical modeling activities and mathematical modeling activities have a positive effect on learning of exponentials with respect to the results of analysis done with SPSS. In addition, it was seen from the memorability test that mathematical modeling activities increased the memorability level of the subject. According to the qualitative findings obtained in student view forms, student's attitudes towards mathematics changed in a positive way through mathematical modeling problems.

Conclusion: As a result, it was observed that the integration of mathematical modeling activities in mathematics lessons have increased the participants' successes in exponentials and their interests in mathematics.

Keywords: Mathematical modeling, action research, exponential expressions

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT	v
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ	x
BİRİNCİ BÖLÜM	1
Giriş	1
Problem Durumu	3
Problem cümlesi.....	5
Alt problemler.....	5
Amaç.....	6
Önem	6
Varsayımlar	7
Sınırlılıklar.....	7
Tanımlar	8
İKİNCİ BÖLÜM	9
Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar	9
Kuramsal Çerçeve.....	9
Model ve modelleme.....	9
Matematiksel model ve matematiksel modelleme.....	11
Model oluşturma etkinlikleri.....	15
İlgili Araştırmalar	17
Matematiksel modelleme ile ilgili araştırmalar.....	17
Üslü ifadeler ile ilgili araştırmalar.....	33
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	39
Yöntem	39
Araştırmanın Modeli	39

Çalışma Grubu.....	44
Veri Toplama Araçları.....	44
Üslü ifadeler bilgi testi.	44
Öğrenci görüş formu.	44
Araştırmacı günlüğü.....	45
Veri Analizi	45
Uygulama	46
 DÖRDÜNCÜ BÖLÜM.....	68
Bulgular ve Yorumlar	68
Üslü İfadeler Konusunda Yaşanan Sorunların Tespiti	68
Matematiksel Modellemeyle Üslü İfadeler Konusunun Öğretiminin Öğrenci Başarısına Etkisi	70
Matematiksel Modelleme Yöntemiyle Üslü İfadeler Konusunun Öğretimi İle İlgili Öğrenci Görüşleri	74
 BEŞİNCİ BÖLÜM.....	78
Tartışma, Sonuç ve Öneriler.....	78
Tartışma ve Sonuç	78
Öneriler.....	81
 KAYNAKÇA.....	82
EKLER	92
EK-1. Kazanımlar	92
EK-2. Üslü İfadeler Bilgi Testi	93
EK-3. Öğrenci Görüşleri	95
ÖZGEÇMİŞ	96

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Uygulama Süreci	47
Tablo 2. Şekil 30'un Analizi	69
Tablo 3. Bilgi Testi Analizi	69
Tablo 4. Ön Test ve Son Teste Ait İstatistik	71
Tablo 5. Ön Test ve Son Teste Ait Bağımlı Grup T Testi Sonuçları	73
Tablo 6. Son Test ve Kalıcılık Testine Ait Bağımlı Grup T Testi Sonuçları	73
Tablo 7. 1. Sorunun Analizi	74
Tablo 8. 2. Sorunun Analizi	75
Tablo 9. 3. Sorunun Analizi	75
Tablo 10. 4. Sorunun Analizi.....	76
Tablo 11. 5. Sorunun Analizi.....	76

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Matematiksel modelleme.	12
Şekil 2. Swetz ve Hartzler'in matematiksel modelleme diyagramı.....	13
Şekil 3. Berry ve Davies'in modelleme döngüsü.	13
Şekil 4. Matematiksel modelleme sürecinin aşamaları.	14
Şekil 5. Matematiksel modelleme süreci.	14
Şekil 6. Matematiksel modelleme döngüsü.....	15
Şekil 7. Modelleme döngüsünün evreleri.	15
Şekil 8. Eylem araştırması döngüsü.	41
Şekil 9. Eylem araştırmasının diyalektik döngüsü.	42
Şekil 10. Öğrenci kağıdından bir kesit.	49
Şekil 11. Öğrenci kağıdından bir kesit.	50
Şekil 12. Öğrenci kağıdından bir kesit.	50
Şekil 13. Öğrenci kağıdından bir kesit.	50
Şekil 14. Öğrenci kağıdından bir kesit.	52
Şekil 15. Öğrenci kağıdından bir kesit.	52
Şekil 16. Öğrenci mektubundan bir kesit.	52
Şekil 17. Öğrenci kağıdından bir kesit.	53
Şekil 18. Öğrenci kağıdından bir kesit.	56
Şekil 19. Öğrenci kağıdından bir kesit.	56
Şekil 20. Öğrenci kağıdından bir kesit.	58
Şekil 21. Öğrenci kağıdından bir kesit.	59
Şekil 22. Öğrenci kağıdından bir kesit.	59
Şekil 23. Öğrenci kağıdından bir kesit	61
Şekil 24. Öğrenci kağıdından bir kesit	61
Şekil 25. Öğrenci kağıdından bir kesit	61
Şekil 26. Öğrenci kağıdından bir kesit	63
Şekil 27. Öğrenci kağıdından bir kesit	65
Şekil 28. Öğrenci kağıdından bir kesit	65
Şekil 29. Öğrenci kağıdından bir kesit	65
Şekil 30. Sınavdan bir kesit.	68
Şekil 31. Ön teste ait normal dağılım grafiği.....	72
Şekil 32. Son teste ait normal dağılım grafiği.	72

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

GME	: Gerçekçi Matematik Eğitimi
GSU	: Google SketchUp
K20	: Kuder-Richardson 20
NCTM	: National Council of Teachers of Mathematics
PISA	: Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı
TEOG	: Temel Eğitimden Ortaöğretime Geçiş
TIMMS	: Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması



BİRİNCİ BÖLÜM

Giriş

Bir ülkenin gelişmesinde, ilerlemesinde aktif yer alan eğitim; bireyler için hayati önem taşımaktadır. Değişen dünyamızla birlikte insanların gereksinimleri de hızla farklılaşmakta ve bu gereksinimlere yanıt alınabilecek birey faktörünün eğitilmesi için de eğitim alanında birçok araştırma yapılmaktadır (Kayhan & Koca, 2004). Eğitimde yapılan bu çalışmalarla atılan her bir adım, diğer disiplinlerde karşımıza çıkmakta olup; geleceğimiz eğitime verilen değerle oluşturulmaktadır.

Hızla gelişen teknoloji ile her şey değişime uğramış, beraberinde eğitim dünyasında da değişim ve yeniliklerin gerekliliğini zorunlu hale getirmiştir. Bu bağlamda günümüz bilişim çağında, teknolojik ve bilimsel gelişmelerin temelini oluşturan fen ve matematik bilimlerinin eğitimi ön plana çıkarak bu alanda eğilimi artırmıştır. Teknoloji ve diğer tüm alanlardaki ilerlemeler ve gelişmeler matematik eğitimi ve öğretiminin de değişmesini, çağdaş öğretim yöntemlerinin kullanımının önünü açmıştır (Kandemir, 2011). Artık matematik eğitimi; sadece verilen bilgiyi alıp olduğu gibi aktaran değil, ezber yapmadan aldığı bilgiyi kendi içsel süzgecinden geçirerek diğer alanlara transfer edebilen, günlük hayatta uygulayabilen insanlar yetiştirmeyi amaçlamaktadır. Matematik eğitimi ile bireylere günlük yaşamda ihtiyaç duyulan akıl yürütebilme, ilişki kurabilme, çözümleme yapabilme, karşılaşılan problemleri anlayıp yorum yapabilme ve çözüm yolları türetebilme, yaratıcı, analitik, eleştirel ve özgün düşünebilme, muhakeme edebilme vb. beceriler kazandırılabilir ve geliştirilebilir (Baki, 2006; Çömlekoğlu, 2001; Karaca, 2004; National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 1989). Böylelikle matematiğin gerekliliği anlaşılacak matematiğe karşı ön yargı ortadan kaldırılıp daha şevkli ve istekli bireyler yetiştirilebilmektedir. Altun (2002), matematik öğretiminin amacını, “kişiye günlük hayatın gerektirdiği matematik bilgi ve becerileri kazandırmak, ona problem çözme öğretmek ve olayları problem çözme yaklaşımı içinde ele alan bir düşünme biçimi kazandırmaktır” olarak söylemektedir. O halde matematik eğitiminde öğrencinin problemi yorumlayabilmesi, verilen ve istenenler üzerinde düşünebilmesi ve kendi kendine çözüm yolları üreterek sonuca ulaşabilmesi sağlanmalıdır.

Matematiğe duyulan ihtiyacın gün geçtikçe arttığı kabul edilebilir bir gerçektir ve buna bağlı olarak matematik daha da önem kazanmaya başlamıştır. Çünkü matematik, bizlerin sayma ve ölçme gereksinimleri sonucunda ortaya çıkmış, günümüz dünyasında ise teknoloji

ve diğer bilim dalları içerisinde çok önemli konuma yerleşmiştir (Çiltaş, 2011). Matematik; sayı saymadır, hesaplama yapmaktır, sayı ve şekilleri ilişkilendiren bilim dalıdır, yaşam biçimidir, problem çözmedir, evrensel bir dildir. Aslında matematiği tüm özelliklerini kapsayacak şekilde tek bir cümle ile özetlemek, tanımlamak oldukça zordur. Düşünme becerilerimizi geliştiren matematik, olaylara daha farklı açılardan bakabilmeyi, görebilmeyi sağlamaktadır.

Öğrencilerin matematiği günlük hayata aktarmalarını sağlamak için, rahatça eleştiri ve sorgulama yapabileceği, matematiksel düşünme becerilerini geliştireceği problemler yöneltilerek uygun sınıf ortamları oluşturulmalıdır. Matematik öğretiminde öğrencilerin matematiksel bilgi ve becerilerini günlük hayata aktarabilmeleri, problem çözerken kullanabilmeleri gerektiğini belirten Blum ve Leib (2007) günlük yaşam problemlerinin önemini vurgulamıştır. Matematiği uygulayarak öğrencilerin derse olan merak, ilgi ve motivasyonunda yadsınamayacak bir değişiklik gözlemlemek mümkündür. Günlük hayat problemlerini çözmek için matematiği kullanma amaçlarından birisi de gerçek durumu tanımlayan bir matematiksel model inşa etmektir (Berry & Houston, 1995). Bir konunun mantığının kavranmasına ve içselleştirilmesine destek olan matematiksel modelleme matematiğin anlamlılığını ve kalıcılığını artıracaktır. Matematiksel modelleme etkinliklerinin; (a) öğrencilere etkinliğin çözümü hakkındaki düşüncelerini birçok kez belirtmelerine, inceleyerek değiştirmelerine olanak hazırladığını (English, 2011), (b) matematik dilini etkin kullanma, grup çalışması yapma, elde edilen bilgileri tablodan okuma ve grafik kullanımında büyük ölçüde ilerleme kaydettiğini (Watters, English & Mahoney, 2004), (c) eleştirel düşünme yetilerinin gelişmesine katkı sağladığını (English & Watters, 2004) ve (d) çocukların bazı kavramsal bilgilerindeki noksanlıkların giderilmesini sağladığını uluslararası alanyazında ilköğretim düzeyinde yapılan araştırmalar ortaya koymuştur (English & Watters, 2004). Blum ve Feri (2009) gerçek yaşam problemlerinde matematiği kullanabilme becerimizi gösteren matematiksel modellemenin Türkiye’de giderek ilgi görmeye başladığını belirtmektedir. Çünkü Türkiye’de de (PISA) ve Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması (TIMSS) gibi öğrencilerin günlük hayat problemlerini matematik ile ilişkilendirebilme düzeylerini ölçen uluslararası sınavlar uygulanmaya başlanmış ve ne kadar hazırlıklı olup olmadığımız açığa çıkarılmıştır. PISA ve TIMSS sınav sonuçlarına göre, öğrencilerimiz konuyu biliyor, işlemsel düzeyde olan soruları çözüyor fakat bilgiyi kullanma, yorumlama ve analiz etme konusunda büyük sorun yaşamaktadır. Bu da doğal olarak ülke sıralamalarına yansımakta ve diğer ülkeler bilim, matematik ve okuma alanında oldukça geriden takip edilmektedir. Öğrencilerin günlük yaşamdaki ihtiyaçlarını karşılamaları için matematiği kullanma ve yorumlama becerilerini ölçen TIMSS ve PISA gibi çalışmalar

sonucunda eğitim sistemimizde görülen eksikleri ve sorunları ortadan kaldırmak amacıyla gelişmişlik düzeyi yüksek ülkelerin matematik programları incelenerek, ortaokul matematik öğretim programında değişiklikler yapılmış ve halen yapılmaya devam edilmektedir. Yeni uygulanan matematik programına göre değerler eğitimi çerçevesinde matematiksel bilgilerin günlük hayatla ilişkilendirilmesine önem verilmesi ve derslerde bu duruma uygun problemler kullanılması önerilmektedir. 2005 yılından beri revize edilen ortaokul matematik öğretim programı ile modelleme, matematiğin temel unsurlarından biri olmuştur. Bu durumun altında yatan asıl sebebin dünyada matematik eğitiminde görülen yenilenmenin sonucunda birçok ülkenin matematik öğretim programlarına modellemeyi dahil etmesidir (Bukova Güzel & Uğurel, 2010). Yapılan bu çalışmada da matematiksel modelleme ele alınmış ve aşağıda verilen problem durumu ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır.

Problem Durumu

Matematik; hayatta karşılaştığımız sorunlara çözüm üretebilme, mantıksal düşünebilme, muhakeme edebilme vs. yetilerimizi geliştiren bir bilim dalıdır. Hayatımızın her alanında kullanılan, bilim ve teknolojinin gelişmesinde etkin rol oynayan matematiğin, eğitimi ve öğretimi büyük önem arz etmektedir. Bu hususta üst kademeden alt kademeye her bir kişi ve kuruluş büyük sorumluluk üstlenmiş durumdadır. Matematik eğitim ve öğretim sürecinde eğitim sistemimizin temel unsurlarından biri olan öğretim programları da önemli bir konuma sahiptir. Öğrencilerin geleceğine yön veren, kazandırılması gereken becerilerin aktarma yollarını öğretmenlere sunan öğretim programlarının titizlikle ve hassasiyetle hazırlanması gerekmektedir. Programda yapılan ufak hatalar ileriye dönük büyük sorunlara sebebiyet vermektedir. Bu yüzden öğretim programları yaşanan sıkıntılar, zaman içerisinde oluşan ihtiyaç ve gelişmelere göre kontrollü bir şekilde revize edilmelidir. Eğitim kalitemizi etkileyen öğretim programlarının yanı sıra öğrencilerin matematiği günlük yaşama transfer edememesi de matematik öğretiminde yaşanan sıkıntılar arasındadır.

Türkiye’de ilk olarak 2005 yılında ilköğretim matematik öğretim programına günlük hayatla matematiğin ilişkilendirilmesi dahil edilmiştir (Milli Eğitim Bakanlığı-[MEB], 2015). 2017 yılında ise ortaokul matematik öğretim programı gerçek yaşama matematiği aktarabilme, kavramların değişik ifade edilişlerine ve kavramlar arasındaki bağlantıların tespit edilmesine imkan sağlama, matematiksel yetkinlik oluşturma, bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanabilme, modelleme yaparak problem çözebilme, ilişki kurabilme, tahminde bulunabilme, akıl yürütebilme vb.yeteneklerin gelişim sağlamasına yönelik bireyler yetiştirilmesi amacıyla güncellenmiştir (MEB, 2017).

Günlük hayata matematiği transfer edebilme becerisi çok uzun süredir kazanılması gereken hedefler arasında yer almasına rağmen günümüzde daha yeni yeni konu üzerinde durulmaya başlanmıştır. 2012 yılında matematik uygulamaları dersinin yürürlüğe girmesiyle de bir adım daha atılarak farkındalık oluşturulmuş ve bu noktada modelleme öğretim hayatının içine girmiştir.

Matematik ile günlük yaşam arasında bağlantı kurmak istersek akla ilk gelen matematiksel modellemedir. Matematiksel modelleme; öğrencileri problem çözmeye teşvik ederek matematiksel düşünce, analitik düşünce, yorumlama ve muhakeme etme becerilerinin gelişmesine yardımcı olarak, matematiksel kavramları kendilerinin keşfetmesini sağlar. Bu yüzden 2005 yılından itibaren hazırlanan matematik öğretim programlarında öğrencilerin sahip olması gereken yetiler arasında matematiksel modelleme becerisi de dahil edilmiştir. Bu beceri ile öğrencilerin akıl yürütme ilişkilendirme gibi matematiksel süreç becerilerini kullanarak matematiksel modeller oluşturabilmeleri ve matematiksel yetkinlik geliştirebilmeleri hedeflenmektedir.

Günümüz eğitim sistemlerinde Almanya, Amerika, Avustralya, Finlandiya, İsviçre, İsveç, Singapur, İngiltere, Danimarka, Türkiye ve daha birçok ülkede ilkokuldan yükseköğretime kadar her kademedede uygulanmakta olan matematik dersi öğretim programlarında matematiksel modellemenin önemli bir yere sahip olduğu görülmektedir (Bukova Güzel, 2016). Diğer ülkelere göre geç kalınmış olsa da Türkiye’de öğretim programlarında modellemeye yer verilmesi ülkemizin geleceği için atılmış ümit verici adımlardır. Matematiksel modelleme yöntemine göre, öğrenciler ‘modelleme etkinlikleri’ vasıtasıyla günlük yaşam problemlerini açıklar, tanımlar, yorumlama ve değerlendirme yaparlar (Korkmaz, 2010). Matematiksel modelleme etkinliklerinde klasik problemlerin aksine matematiksel bağıntı ve işlemler gömülüdür. Öğrencilerin bilgi birikimi ve gerçek yaşamı göz önünde bulundurarak matematiksel yapıları kendilerinin keşfetmesini, bağıntı geliştirmesini, ilişki kurabilmesini, yorumlayabilmesini ve durumu tüm boyutlarıyla incelemesini sağlar. Matematiksel modelleme, gerçek hayattan olan bir problemi anlamaya ve bu problem içeriğini bir model geliştirerek irdeleme ve sonucunda da çeşitli çözümlere ulaşabilmeyi gerektirmekte, böylece de öğrenme güçlükleri aşılmaktadır (Çelikkol, 2016).

Matematiksel kavramların soyut oluşu ile öğrencilerin soyut algısının düşük olması matematikte yaşadıkları güçlüklerin temelini oluşturmaktadır. Öğrencilerin soyut düşünememesi aynı zamanda kavramların yanlış anlaşılmasına da neden olabilmektedir. Öğrencileri kavram yanılgısına düşürmemek için ezberden uzaklaştırarak konuların mantığı kavratılıp dersler materyal, analogi ve modellerle desteklenmelidir. Kavramsal ve işlemsel

bilgi harmanlanarak anlamlı öğrenme ortamı oluşturulmalıdır. Öğrencilerin oluşturdukları kavram yanlışlarını tespit etmek ve sorunlara çözüm yolları üretmek oldukça önemlidir. Yapılan araştırmalara göre üslü ifadeler de öğrenme güçlüklerinin ve kavram yanlışlarının sıklıkla yaşandığı konulardan biridir. Üslü ifadeler matematik ve diğer bilim dallarında var olmasına karşın öğrenciler açısından gerçek yaşamla alakalı ve gerekli olmayan zor, karmakarışık kavramlar olarak düşünülmektedir (Şenay, 2002). Bu olumsuz yargıların nedeni bahsedilen konuların günlük hayatta sık kullanılmaması, öğrencilerin gözünde soyut kalması, matematik temelinin yetersiz oluşu, sözel ifadeleri yorumlayamamaları olabilmektedir. Ayrıca üslü ifadeler konusunun öğretiminde ders izlenimlerin doğrultusunda öğrencilerin kuralları ezber yapıp kısa bir süre sonunda unuttuklarını, problem tarzında soru ile karşılaştıklarında çözemediklerini gördüm. Araştırmacı olarak kendi sınıf ortamında gözlemlediğim bu problemleri ortadan kaldırmak, üslü ifadeler konusunun öğretim uygulamalarında gelişim sağlamak ve iyileştirme amacıyla eylem araştırmasının gereği olarak gerçek sınıf durumunu çalışmak istedim. Bu düşünceden hareketle matematiği daha anlamlı hale getiren, öğrencileri ezberden uzaklaştırarak kavramsal ve ilişkisel bilgilerin kullanımını sağlayan, gerçek dünya ile matematiği ilişkilendirerek öğrencilerin ilgisini çeken, analiz etme, yorumlama, sentez yapma gibi üst düzey becerileri geliştiren matematiksel modelleme yönteminin, üslü ifadeler konusunda öğrencilerde olumlu yönde gelişim sağlayacağı düşünülerek öğrencilerin model oluşturma etkinlikleri aracılığıyla problem çözme ve matematiksel modelleme becerilerine bakılmış ve aşağıdaki problem cümlesine yanıt aranmıştır.

Problem cümlesi.

“Matematiksel modelleme yöntemiyle 8. sınıf üslü ifadeler konusunun öğretimi öğrenci başarısında ve öğrencilerin ders hakkındaki düşünceleri üzerinde bir farklılık oluşturur mu?” sorusuna yanıt aranmaktadır. Bu araştırma esnasında problemi daha ayrıntılı bir şekilde sorgulayıp net cevap bulabilmek amacıyla aşağıda verilen alt problemler oluşturulmuştur.

Alt problemler.

- Ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin üslü ifadeler konusunda yaşadığı zorluklar nelerdir?
- Matematiksel modelleme yöntemiyle üslü ifadeler konusunun öğretiminin öğrenci başarısına etkisi nedir?
- Matematiksel modelleme yöntemiyle üslü ifadeler konusunun öğretimi ile ilgili öğrenci görüşleri nelerdir?

Amaç

Araştırmanın amacı; ortaokul matematik müfredatında sıkıntı çekilen, birçok konuya temel teşkil eden ve liselere geçiş sınavında da yer alan üslü ifadeler konusunun matematiksel modelleme yöntemiyle öğretiminin öğrenci başarısı ve derse olan ilgileri üzerinde anlamlı bir farklılık gelişip gelişmeyeceğini belirlemektir. Bunun yanında alanyazına baktığımızda matematiksel modelleme ve üslü ifadelerle ilgili ayrı ayrı çalışmalar mevcut olmasına rağmen iki konunun birlikte çalışıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu amaçla da üslü ifadeler konusu tercih edilmiş olup, araştırmanın bundan sonraki yapılacak ilgili çalışmalara yardımcı olabileceği ve gelecek senelerde bu konuda bulunan eksikliklerin ortadan kaldırılmasına katkıda bulunabileceği düşünülmektedir.

Önem

Matematiksel modelleme gerçek yaşamın matematiğe, matematiğin gerçek yaşama aktarılması sürecidir. Bu süreçte yer alan etkinlikler, günlük hayatta karşılaştığımız problemleri matematiksel bilgilerle ilişkilendirebilmemizi, yorumlamamızı ve değerlendirmemizi kolaylaştırır. Bu sebeple geleneksel matematik öğretimi yerine matematiksel kavramları öğrencilerin kendilerinin keşfetmesine olanak sağlayan, matematiği daha anlamlı hale getiren matematiksel modelleme etkinlikleri büyük önem taşımaktadır. Bal ve Doğanay (2014), öğretmenlerin modelleme etkinliklerini oluşturmalarının üç amacı olduğunu ifade etmişlerdir. Bunlar öğrencilerde hali hazırda var olan düşünme yöntemlerini ortaya çıkarma, arkadaşlarının aynı husustaki fikirlerini paylaşma ve çoklu konularda düşünme yöntemlerini yeniden kullanabilmedir. Matematiksel modelleme öğrencileri problem çözmeye teşvik ederek matematiksel düşünce, analitik düşünce ve muhakeme etme becerilerinin gelişmesine olanak sağlar. Bunun için öğrencilerin, etkin yer aldığı günlük hayatta karşımıza çıkan problemlerde çözüm yolu olarak matematiksel modelleme ile yürütülen öğretimden yararlanmaları önemlidir (Sriraman & Lesh, 2006; Akt., Dışbudak, 2014). Matematik eğitimi üzerine yapılan matematiksel modelleme araştırmaları incelendiğinde, Doruk (2010) matematiksel modelleme etkinliklerinin, günümüz şartlarının ihtiyacına cevap alınabilecek yapıda olduğunu belirtmektedir. Matematiksel modelleme öğrencilerin matematik ile gerçek dünya arasındaki bağı görmesini sağlayarak onları derse karşı olan önyargılarından uzaklaştırıp; ilişkilendirme, eleştirme, analiz etme, yorumlama ve değerlendirme gibi becerilerin kullanımına yönelik etkinlikler aracılığı ile üslü ifadeler konusunda yaşanan güçlüklerin giderilebileceği düşünülmüştür. Aynı zamanda üslü ifadeler ile ilgili kuralların öğrenciler ile birlikte ispat yapılarak oluşturulması kısacası konunun mantığının kavratılması ve anlamlandırılmasıyla modellemenin hafızada kalıcılık düzeyini

artıracağı beklenmektedir. Bu nedenle konunun öğretiminde matematiksel modelleme etkinlikleri araç olarak tercih edilip yaşanan sıkıntılara çözüm oluşturabileceği düşünülmektedir. Ayrıca matematiksel modelleme çalışmalarının ortaokul öğrencileri üzerindeki etkisinin araştırılmasının ortaokulda yapılan matematiksel modelleme çalışmalarının belirlenmesi, ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerinin incelenmesi, ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme çalışmaları ile yürütülen öğretim süreçleri hakkındaki düşüncelerinin belirlenmesi açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

Matematikte sayılar alt öğrenme alanı içerisinde bulunan üslü ifadeler konusu köklü ifadeler gibi konularla ilişkili olması açısından ve ortaöğretim matematik müfredatında yer alan logaritma konusunun temelini oluşturması açısından önemli yer tutmaktadır. Yenilenen ortaokul matematik müfredatında da her yıl üslü ifadeler konusuna yer verilmiştir. Alanyazın incelendiğinde öğrencilerin bu konuyu anlamada zorluk yaşadığı ve buna rağmen üslü ifadeler konusunda yapılan çalışmaların yetersiz sayıda olduğu görülmektedir. Bu sebeple üslü ifadeler konusu üzerinde çalışılmıştır.

Varsayımlar

Araştırmada öğrencilere uygulanan bilgi testine, öğrenci görüş formunda sorulan sorulara ve uygulanan etkinliklerdeki sorulara öğrencilerin içten ve samimi bir şekilde cevap verdikleri düşünülmektedir. Ayrıca veri toplama araçlarının belirlenen problemi ölçmeye yönelik yeterli düzeyde olduğu varsayılmaktadır.

Sınırlılıklar

- Araştırmanın örneklemini 2017-2018 eğitim öğretim yılı Kayseri ilinde bulunan bir ortaokulun 8. sınıfında öğrenim gören 25 öğrenci ile sınırlıdır.
- Bu çalışmada gerçekleştirilen uygulama ile elde edilen veriler sadece uygulamanın yapıldığı ortaokulda bulunan sınıflardan rastgele seçilen 8. sınıf öğrencileri ile sınırlıdır. Uygulamadan elde edilen bulgular herhangi bir evreni temsil etmemektedir.
- Araştırma bulguları; araştırmacı tarafından hazırlanan bilgi testi, araştırmacı günlüğü, öğrenci görüş formu, 2016 yılı TEOG sınav analizi, hazırlanan eylem planı çerçevesinde kullanılan matematiksel modelleme etkinlikleri ve ev ödevleri ile sınırlıdır.

Tanımlar

Model: Karmaşık bir nesne ya da sürecin sadeleştirilmiş gösterimidir ve bir sürecin veya nesnenin nasıl oluştuğunu idrak etmemizi sağlamaktadır (Harrison, 2001).

Modelleme: Olayları, olguları ve problemleri açıklama, tanım yapma, yorumlama, değerlendirme ya da meydana getirme sürecinde problem durumlarını bellekte oluşturma, düzenleme ve bir araya getirip örüntü bulma, bellekte değişik çizimler, şemalar, şekiller ve modelleri kullanma ve meydana çıkarma sürecidir (Lesh & Doerr, 2003).

Matematiksel Model: Bir problem veya günlük yaşam durumunu matematik kullanarak dile getirebilmek için bellekte var olan veya oluşturulan denklem, fonksiyon, tablo, grafik ve matematiksel düşünme becerileri gibi yapıların tümüdür (Kertil, 2008).

Matematiksel modelleme: Karışık bir günlük hayat durumunun veya probleminin matematik kullanılarak tanımlanıp formüle edildiği, yorumlandığı ve değerlendirildiği bir süreçtir (Lesh & Zawojewski, 2007; Mousoulides & English, 2008).

İKİNCİ BÖLÜM

Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar

Bu bölümde; araştırmanın konusu ile ilgili kuramsal çerçeve ve bu kuramsal temellerle ilgili yapılan çalışmalar üzerinde durulmuştur.

Kuramsal Çerçeve

Model ve modelleme.

Model ve modelleme birbiri yerine kullanılabilen benzer kelimeler gibi gözükmesine rağmen bağlantılı fakat farklı anlamlara gelen iki kavramdır. Genel olarak tanımlayacak olursak modelleme, model oluşturma süreci; model ise modelleme sonucunda ortaya çıkan üründür. Lesh ve Doerr (2003)'e göre model, bireylerin kompleks sistem ve durumları kavrayabilmek, yorumlayabilmek ve düzenleyebilmek amacıyla zihinlerinde oluşturdukları kavramlar ile bu kavramların dış temsillerinin birleşimidir. Genel anlamıyla model bir düşünce, bir obje veya bir olgunun görselleştirilmesidir (Gilbert, Boulter & Elmer, 2000). Model denildiğinde bir kavramı temsil edebilen veya kavramda bulunan özellikleri üzerinde barındırabilen veya özellik bakımıyla kavramla ilişkilendirilebilen resim, şekil, grafik, çizim gibi nesneler akla gelmektedir (Van De Walle vd., 2012; Akt., Karabörk, 2016). Model kavramı matematik eğitimi üzerine yapılan çalışmalarda problem çözme sürecinde bellekte oluşan soyutlama, genelleme vb. süreçleri tanımlayarak “zihinsel şemalar” gibi manaya da gelen bir terimdir (Kertil, 2008).

Okullarda yapılan gözlem ve mülakatlarla ayrıntılı bir sınıflandırma yapan Harrison ve Treagust (2000) elde ettikleri verileri alanyazın araştırmaları ile desteklemiş ve modelleri aşağıdaki şekilde sınıflandırmışlardır.

1. Ölçeklendirme modelleri: Hayvanların, bitkilerin, eşyaların, arabaların ve binaların ölçeklendirilmiş modelleri; renklerini, dış görünüşlerini, şekillerini ve yapısal niteliklerini göstermekte kullanılır. Ölçeklendirme modelleri detaylı bir şekilde dışı göstermesine karşın az da olsa içyapıyı, fonksiyonları ve kullanımını da yansıtır.
2. Pedagojik analogik modeller: Analogik isminin koyulma sebebi, modelin bilgiyi amaçla paylaşmasından kaynaklanır. Pedagojik isminin koyulma sebebi ise, atom vb. gözle görülemeyen maddeleri öğrenciler için erişilebilir hale getirmek üzere

öğretmenler aracılığıyla açıklığa kavuşturularak oluşturulmalarından kaynaklanmaktadır.

3. Simgesel veya sembolik modeller: Kimyasal formüller ve eşitlikler sembolik modellerle anlam kazanmış ve bu şekilde kimya dilinde yerini almıştır. OH (hidroksit) gösterimi örnek olarak verilebilir.
4. Matematiksel modeller: Fiziksel nitelikler ve süreçler, kavramsal ilişkileri açığa çıkaran cebirsel ifadeler, matematiksel denklemler ve grafiklerle gösterilebilir. Örnek olarak, Boyle-Mariotte Kanunu, üstel ve logaritmik eğriler ya da Newton'un ikinci hareket kanununu temsil eden $\vec{F}=m.\vec{a}$ eşitliği verilebilir.
5. Teorik modeller: İyi yapılandırılmış ve insanlar aracılığı ile oluşturulan teorik temellerle tanımlanan teorik modellere; ısı, basınç, fotonlar ve elektromanyetik alan çizgileri örnek olarak verilebilir.
6. Haritalar, diyagramlar ve tablolar: Öğrenciler tarafından kolay olarak canlandırılabilen yolları, yöntemleri, örnekleri ve ilişkileri gösteren bu modellere örnek olarak periyodik tablo, kavram haritaları, soy ağaçları, devre şemaları, boşaltım sistemi ve beslenme zinciri temsilleri verilebilir.
7. Kavram-süreç modelleri: Birçok fen bilimleri kavramı nesneden farklı olarak süreçten oluşmakta olup kimyasal denge ya da asit-baz reaksiyon modelleri örnek olarak gösterilebilir.
8. Simülasyonlar: Simülasyonlar küresel ısınma, uçuşlar, nükleer reaksiyonlar, trafik kazaları vb. karmaşık süreçlerin gösteriminde tercih edilir.
9. Zihinsel modeller: Zihinsel modeller özel bir tür zihinsel gösterim şeklidir ve insanlar aracılığı ile bilişsel işlemler neticesinde oluşturulur (Akt., Güneş vd., 2004).

Modellerin tasnifine yönelik çalışmalarda modellerle ilgili olarak; bilimsel olan ya da olmayan modeller, görünüş bakımından modeller (somut-soyut modeller), işlevleri bakımından modeller (tanımlayıcı-açıklayıcı-betimleyici modeller) şeklinde farklı sınıflandırmalarla karşılaşılabilir (Güneş, Gülçiçek & Bağcı, 2004).

Gilbert ve Boulter (1998) ise modelleri; görsel modeller (bir diyagramın kullanıldığı modeller), sözel modeller (sözlü ifadelerin kullanıldığı modeller), maddesel modeller (bir fiziksel nesnenin kullanıldığı modeller) ve simgesel modeller (matematiksel sembollerle ifade edilen modeller) biçiminde sınıflama yapmışlardır.

Modelleme, ayrıntıların nasıl olacağının netleştirildiği, birçok basamaktan meydana gelen faaliyetleri içine alan karışık bir süreçtir (Korkmaz, 2010). Modelleme (model

oluşturma süreci), gözlem, sınıflandırma, hipotez kurma gibi birçok üst düzey beceri basamağının başarıyla tamamlanması ile oluşan bilimsel süreç becerilerinin son basamaklarından biridir (Çiltaş, 2011). Yıldız'a (2006) göre ise modelleme, fikirlerin, nesnelerin veya olayların zihinsel, fiziksel veya sözel yollarla ifade edilmesidir.

Günümüzde önemi giderek artan modelleme sadece matematikte değil matematik ile ilişkili tüm alanlarda fen bilimleri, sosyal bilimler ve teknoloji içerisinde karşımıza çıkmaktadır. Örneğin $m=d.v$ denklemi kütle, hacim ve özkütle arasındaki ilişkiyi modellemektedir. Matematik kullanılarak elde edilen animasyon ve şekiller, geometrik kavramların gösterim biçimlerinden olan katı cisimler (küp, dikdörtgenler prizması, silindir, vs.), bilinmeyenler arasındaki ilişkilendirmeleri gösterebilmek için kullanılan grafikler, günlük hayatla bağlantı kurulabilen temsiller ve analogiler gibi sözel tasvirler ile bunların idrak edilmesinde sergilenen fikir ve yaklaşım tarzları da birer model olarak düşünülebilir (Bayazit, Aksoy & Kınap, 2011). Birçok bilim dalında kullanılan modeller, yaşantımızda karşımıza çıkan hemen hemen her durumda geliştirilebilir. Özellikle gerçek ortamı oluşturmanın ve uygulamalar yapmanın zor ve pahalı olduğu durumlarda geliştirilen bilgisayar programları ve simülasyonlar, zaman ve ekonomi adına işimizi kolaylaştırmaktadır.

Matematiksel model ve matematiksel modelleme.

Matematiksel model, modelin matematik aracılığı (formül, denklem, grafik gibi) ile meydana getirilen türüdür. Blum ve Niss (1991)'e göre matematiksel model gerçek modelin, matematik aracılığı ile oluşturulmasını sağlayan çeşididir. Matematiksel modeller bireylerin matematik uygulamalarında, öğrenme etkinliklerinde daha iyi anlamalarını sağlayan kavramsal ve görsel materyallerdir (Lesh, Carmona, Hjalmarson & Mason, 2006). Kertil (2008) matematiksel modeli, insanların gerçek yaşam problemlerini, karmaşık durumları matematik kullanarak çözümleyebilmeleri yorumlayabilmeleri için gerekli olan zihinsel öğeleri ve “şemaları” da içeren bir kavram olarak tanımlamaktadır. Hennig (2010) de matematiksel modeli, gerçek nesneler ve bu nesneler üzerinde yürütülen matematiksel işlemler sonucu geliştirilen matematiksel nesneler koleksiyonu olarak ifade etmektedir. Matematiksel modellere örnek verecek olursak; matematiksel bir düşüncenin bilgisayar ortamında hazırlanmış animasyonu, interaktif etkinlikler, çeşitli görsel ve işitsel kaynaklar, geometride kullanılan 2 – 3 boyutlu cisimler, değişkenler, bilinmeyenler, grafikler, tablolar, fonksiyonlar, denklemler, eşitsizlikler, özdeşlikler, formüller ve ispatlar gösterilebilir. Bunların yanında günlük hayatımızda karşımıza çıkan nüfus artış azalışı, düşen ya da yükselen bir nesnenin hızı, bir bebeğin yaşam süresini tahmin etme vb. problemlerde olayların

fonksiyon ya da denklem biçimindeki matematiksel ifadeleri birer matematiksel modeldir (Stewart, 2007; Akt., Deniz, 2014).

Günlük hayat problemlerinin üstesinden gelme sürecine ise matematiksel modelleme denir (Özer Keskin, 2008). Kapur (1998)'a göre matematiksel modelleme gerçek yaşam problemlerine matematik dilinde çeviri yapmak yani günlük yaşam problemlerinden modeller elde etmektir. Matematiksel modellemenin amacı; gerçek hayat problemlerine çözüm bulmak, açıklama yapmak, tanımlamak, anlamak, yorumlamak ve değerlendirmektir (Aydın, 2008). Berry ve Houston (1995) ise matematiksel modellemeyi; deneysel modelleme, simülasyon modelleme, teorik modelleme ve boyutsal analiz modelleme olmak üzere dört alt başlıkta bir araya getirmiştir.

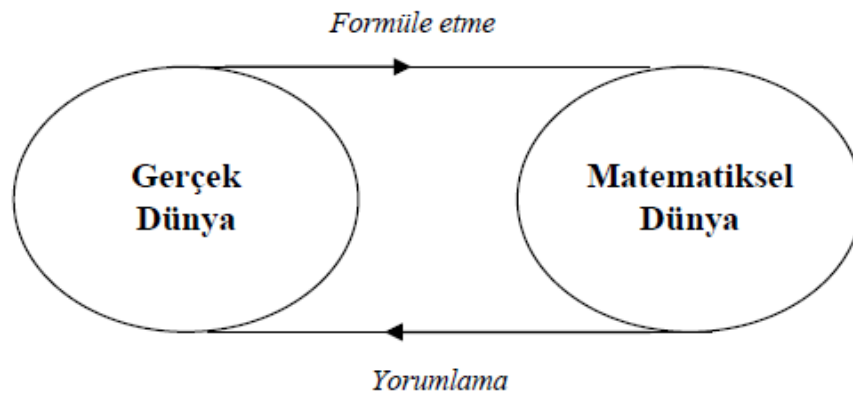
Deneysel Modelleme: Elde bulunan bilgilerle, grafik ya da bir eşitlik bulunarak meydana getirilen modellemedir.

Teorik Modelleme: Matematiksel modelin formüle edilmesinde, sadece verilere değil daha çok teoriden yararlanan problem çözme sürecidir.

Boyutsal Analiz Modelleme: Fiziğin esas niteliği kullanılarak, değişkenlerin etkili bir biçimde gruplama yapılmasını kapsayan modellemedir.

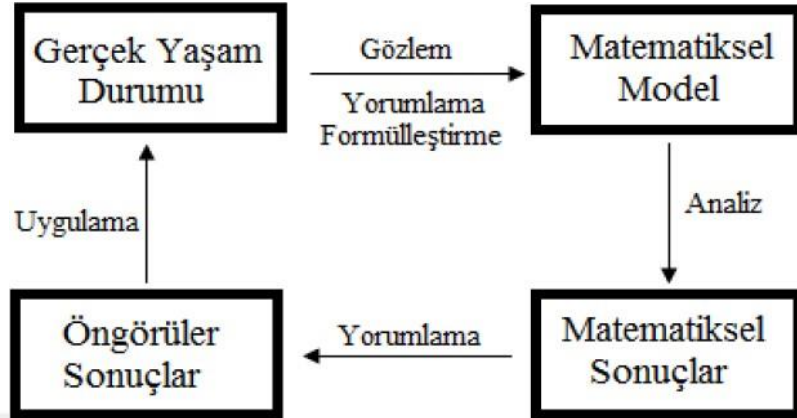
Simülasyon modelleme: Çoğu zaman matematiksel modellerin formüle edilmesinde cebire ihtiyaç duyulmaktadır. Bazı durumlarda ise verilere sahip olmak ve modelleme yapmak zor olabilmektedir. Böyle durumlarda simülasyon modelleme ile uygun bilgilerle genellikle de teknoloji yardımıyla olasılıklar simüle edilir.

Şekil 1'de Berry ve Houston (1995)'un matematiksel modellemeyi görselleştirdikleri basit bir şema bulunmaktadır.



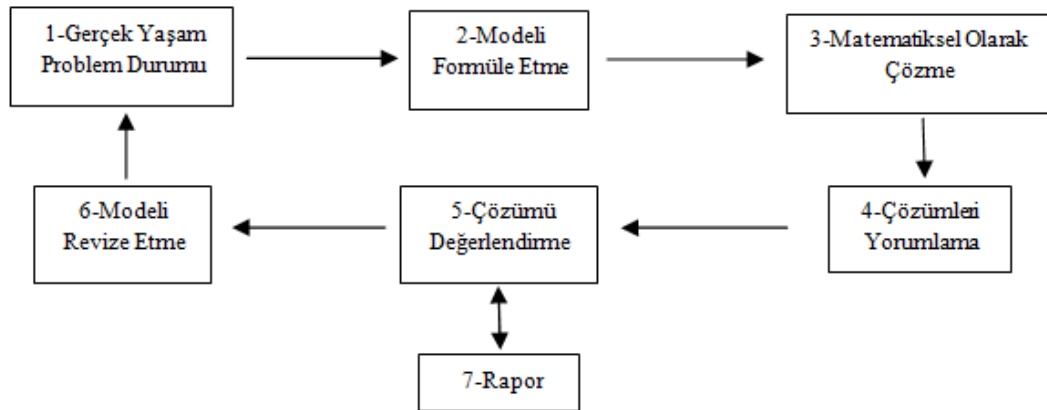
Şekil 1. Matematiksel modelleme.

Swetz ve Hartzler (1991)'a göre matematiksel modelleme başlı başına bir problem çözme türüdür. Matematiksel modelleme sistemli olarak ilerleyen yorumlama, analiz, sentez ve değerlendirme gibi üst biliş kavramlarının geliştirilmesini sağlar. Swetz ve Hartzler (1991) matematiksel modelleme sürecini Şekil 2'deki gibi ifade etmişlerdir.



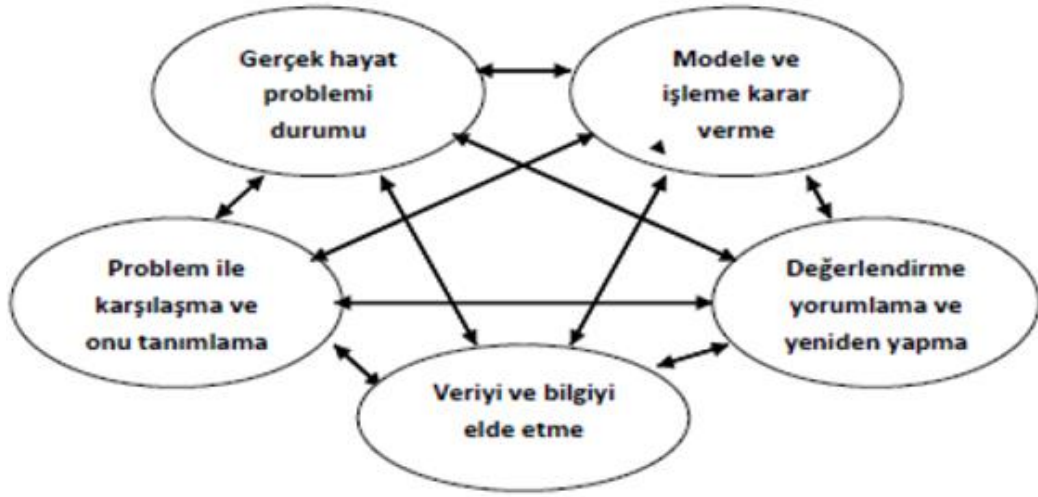
Şekil 2. Swetz ve Hartzler'in matematiksel modelleme diyagramı.

Berry ve Davies (1996) ise modelleme sürecinin yedi temel basamaktan oluştuğunu ve matematiksel modelleme döngüsünde öncelikle gerçek hayat probleminin belirlendiğini ifade eder. Daha sonra durumu açıklayan matematiksel model geliştirilir. Problemin matematiksel çözümü yapılarak ulaşılan sonuçlar yorumlanıp doğru olup olmadığı değerlendirilir. Çözümlerin doğruluğu hakkında şüphe duyuluyorsa model tekrar yenilenir. En son ise bulunan sonucun doğruluğu gerçek yaşam durumuyla birlikte ele alındığında bir sorun çıkmıyorsa çözüm raporlaştırılır (Akt., Hıdıroğlu, 2012).



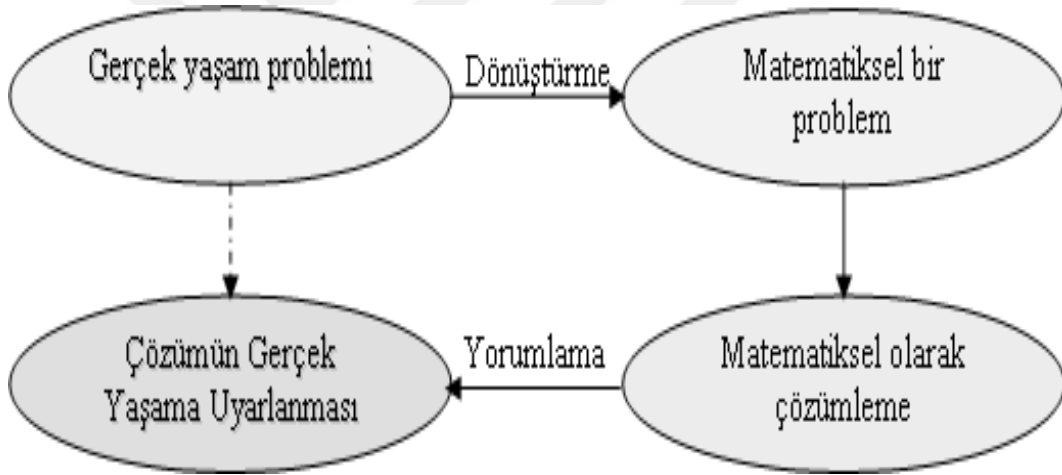
Şekil 3. Berry ve Davies'in modelleme döngüsü.

Doerr (1997) ise matematiksel modelleme basamaklarını Şekil 4'deki gibi oluşturmuştur. Yani Doerr (1997)'e göre, matematiksel modelleme süreci doğrusal bir süreç değil döngüsel, her basamaktan önceki basamaklara yönelebilir veya her bir aşama ile ilişki kurup modelleme sürecini yürütebilir.



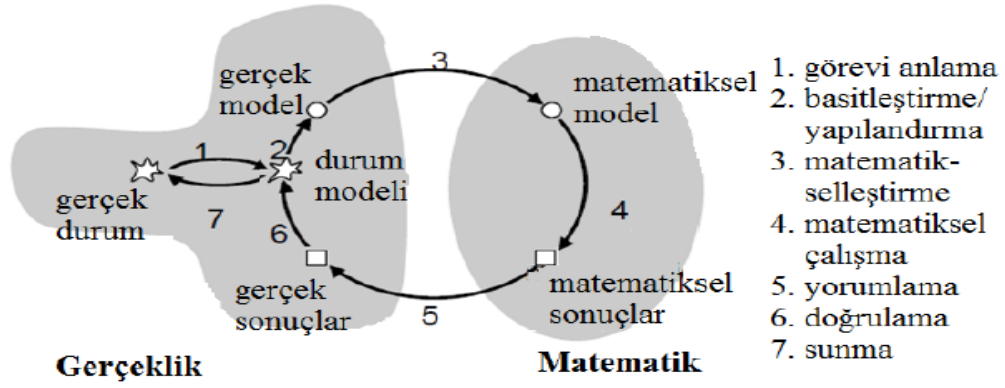
Şekil 4. Matematiksel modelleme sürecinin aşamaları.

Günlük hayat problemlerinin ele alınarak matematiksel bir probleme dönüştürülmesi ve bu problemlere çözümler geliştirilmesi matematiksel modelleme olarak ifade edilmektedir (Cheng, 2001; Berry & Houston, 1995).



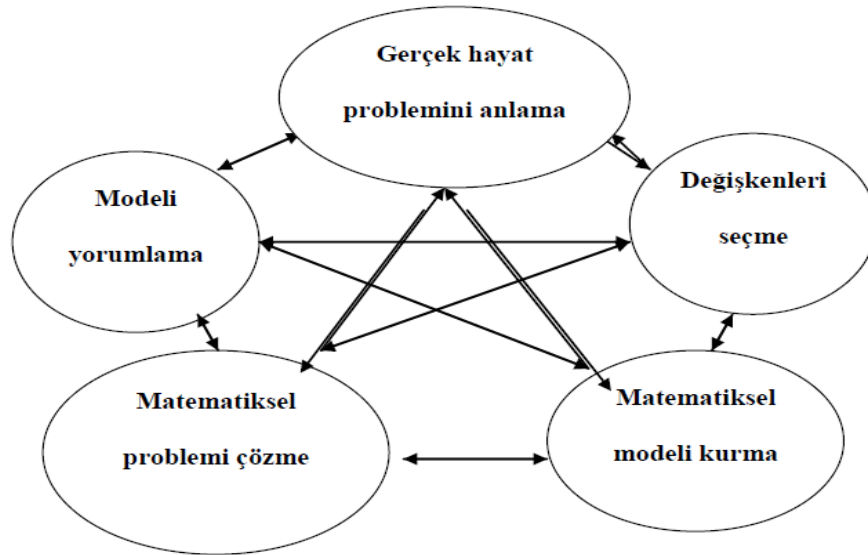
Şekil 5. Matematiksel modelleme süreci (Cheng, 2001).

Blum ve Leiß (2007) matematiksel modelleme sürecini tanımlayan diğer araştırmacılardan farklı olarak matematiksel modelleme sürecindeki durum modeli basamağına odaklanmışlardır. Blum ve Leiß (2007) tarafından tanımlanan matematiksel modelleme döngüsü Şekil 6' da gösterilmiştir.



Şekil 6. Matematiksel modelleme döngüsü (Blum & Leiß, 2007).

Özer Keskin (2008), Berry ve Houston (1995) ile Doerr (1997)'in matematiksel modelleme süreçlerinden faydalananarak yeniden matematiksel modelleme döngüsü meydana getirmiştir. Bu döngüdeki evrelerin her biri birbiri ile bağlantı içindedir ve bu basamaklar doğrusal bir şekilde ilerlemez.



Şekil 7. Modelleme döngüsünün evreleri.

Özer Keskin (2008)'in modelleme döngüsü günlük yaşam problemini anlama ile başlar, ardından değişkenler seçilir ve matematiksel model geliştirilir, problemi çözdükten sonra ise model hakkında yorum yapılarak doğruluğu sorgulanır ve ulaşılan sonuç gerçek yaşama aktarılır.

Model oluşturma etkinlikleri.

Modelleme etkinlikleri öğrencilerin günlük hayattan alınan bir problem durumu üzerinde çalışmalarına, bu esnada çözüm için kendi matematiksel yapılarını üretmelerine ve ulaştıklarını gözden geçirip düzenlemelerine, yorumlamalarına imkan veren problem çözme etkinlikleridir (Lesh & Doer, 2003). Model oluşturma etkinlikleri, klasik problemlerin aksine,

rutin olan olmayan gerçek yaşam durumlarını kapsayan, birden fazla çözüm yolu olan, kişilerin durumları matematiksel olarak ifade etmesini sağlayan, günlük hayat ile matematiksel bilgiyi ilişkilendiren, analiz, sentez ve yorumlama becerilerini geliştiren problemlerdir. Gerçek dünya ile ilişkisi olan, öğrencilerden bu durumu matematik kullanarak ifade etmesini ve bundan faydalanacak öğrencinin kararlaştırmasına yardımcı olmak amacıyla var olan durumu matematik dili ile tasvir etmesi, formül oluşturması istenen ve değişik çözüm yollarını kapsayan problem durumlarıdır (Mousoulides; Lesh & Zawojewsky, 2007). Lingefjard ve Holmquist (2005)'e göre matematiksel modelleme etkinlikleri, öğrenciler açısından matematiği anlamanın yanı sıra matematik ile gerçek dünya arasındaki farklı yönleri görebilme ve kavrama açısından etkili bir öğrenme yoludur.

Modelleme etkinliklerinin amacı öğrencilerin gerçek hayattan alınmış problemlerin matematiksel modelini oluşturmaya yardımcı olmak ve bu şekilde matematiksel kavramların daha etkili şekilde öğrenilmesini sağlamaktır (Lesh & Lamon, 1992; Akt., Sriraman, 2005).

Modelleme etkinliklerinin problem durumları gerçek dünyanın içerisinden alınır ve öğrenciler matematikten faydalanarak karmaşık durumu çözümlemeye, yorumlamaya ve benzer durumlarla karşılaşıldığında uygulanabilecek bir bağıntıya ulaşmaya çalışırlar.

Matematiksel modelleme etkinlikleri düzenlenirken altı ilkeye dikkat edilmelidir:

- Gerçeklik prensibi: Öğrenciler kendi tecrübeleri ve sahip oldukları bilgilerini çoğaltarak durumdan anlam çıkarabilecekler mi?
- Model yapılandırma prensibi: Görev, öğrencileri matematiksel olarak anlamlı bir yapıyı inşa etme ihtiyacıyla karşılarına çıkan bir duruma yönlendiriyor mu?
- Kendi kendini değerlendirme prensibi: Etkinlikte öz değerlendirme yapmak gerekiyor mu?
- Yapıyı belgelendirme prensibi: Problem durumu öğrencilerin bu husustaki görüşlerini açığa çıkarmalarını gerektiriyor mu?
- Yapıyı genelleme prensibi: Model bu tarz dinamik durumları analiz ederken genel bir model olabiliyor mu? Yani oluşturulan model diğer benzer durumlarda uygulanabiliyor mu, genelleme yapılabilir mi?
- Basitlik prensibi: Problem çözme durumu basit bir olay mı? (Doruk, 2010).

İlgili Araştırmalar

Matematiksel modelleme ile ilgili araştırmalar.

Bu bölümde matematiksel modelleme alanında yapılan çalışmalar konu alanlarına ve benzerliklerine göre ele alınmış olup araştırma konusuna göre genelden özele sınıflandırılarak açıklanmıştır.

Tutak ve Güder (2014) matematiksel modelleme kavramlarının tanımlamalarını ilgili alanyazın kullanılarak oluşturmak ve matematiksel modellemenin matematik ve diğer bilim dalları arasında ehemmiyetini ortaya koymak amacıyla çalışma yapmıştır. Araştırmada detaylı bir şekilde alanyazın taranmış ve konu ile alakalı 20 makale, iki yüksek lisans tezi ve bir doktora tezi incelenerek; bu alanda çalışma yapacak araştırmacılar için büyük önem arz eden bir kaynak sunulmuştur. Yaptıkları alanyazın taraması şeklindeki çalışmalarında ulaşılan araştırmalardaki matematiksel modelleme süreçlerini karşılaştıran Hıdıroğlu ve Bukova-Güzel (2013), alanyazını “matematiksel modelleme sürecini şekillendiren temel bileşenler ve basamaklar nelerdir?” ve “temel basamakları özel kılan bilişsel aktiviteler nasıl şekillenmektedir?” şeklindeki sorularla incelemişlerdir. Önce yapılan çalışmalarda temel basamaklar matematiksel modelleme için daha önemli iken son yıllardaki çalışmalarda süreç basamaklarının ön plana çıktığı gözlenmiştir. Modelleme sürecindeki bilişsel kavramları incelemek, problem çözmeyle gerçek hayatla ilişkilendirebilmek açısından öğrenciye katkı sağlayacak ve buna uygun öğretim ortamlarının tasarlanmasına yardımcı olacağından büyük önem taşımaktadır. 2013 yılında yaptığı çalışmada süreç üzerinde duran Bukova-Güzel süreç konusuna ilaveten model oluşturma etkinliğine çalışarak araştırmasına devam etmiştir. Tekin-Dede ve Bukova-Güzel (2014), matematiksel model sürecini kuramsal açıdan incelemek ve örneklerle tanıtmak amacıyla modelleme etkinlikleri ile ilgili alanyazından tanımlamalar yaparak, bir model oluşturma etkinliğinin temel kavramlarını vermiş ve derslerde bu etkinliklerin kullanımının gerekliliğinden bahsetmiştir. Erbaş, vd. (2015)’nin yaptığı bir başka kavram analizi çalışmasında ise matematik eğitimindeki matematiksel modellemeyle ilgili önemli kavramlar açıklanmış, modellemenin matematik eğitiminde kullanımıyla ilgili “matematik öğretiminin amacı” ve “matematiği öğretmek için bir araç” şeklinde özetlenebilecek iki farklı yaklaşım kıyaslanmıştır.

Matematik öğretim programının öğretmenler tarafından incelendiği Bilen ve Çıltaş (2015)’in yaptığı matematiksel modelleme ile ilgili müfredat çalışmasında, araştırma 58 matematik öğretmeni ile yürütülmüş, veriler mülakat aracılığı ile elde edilmiş ve betimsel analiz yardımıyla çözümlenmiştir. Ulaşılan sonuçlara göre öğretmenler öğretim programındaki kazanımların azaltıldığını, konuların basitleştirildiğini söylemişler ve

matematiksel modellemenin matematik öğretiminde kullanımının öğrencilerde derse olan ilgi ve motivasyonunu artırdığını ve bu sayede öğrenmeye olumlu yönde katkı sağladığını ifade etmişlerdir. Ayrıca incelenen matematik beşinci sınıf matematik öğretim programındaki temel değişikliklerin matematiksel modeli günlük hayatla ilişkilendirmek ile ilgili olduğu kanısına varılmıştır. Müfredatta yer alan modelleme ile ilgili kazanımların ders kitapları ile ilişkilendirilmesini araştıran Erdem, Doğan, Gürbüz ve Şahin (2017) son zamanlarda pek çok ülkenin müfredatına girmiş olan matematiksel modellemeye, Türkiye’de bulunan ders kitaplarına ne ölçüde dahil olduğu ve modellemenin matematiksel modellemeyi ne düzeyde yansıttığını incelemişlerdir. Doküman incelemesi yöntemi kullanılan araştırmada, 2016-2017 eğitim öğretim yılında tedavülde bulunan bütün ortaokul matematik ders kitapları incelenerek modelleme kavramları tespit edilmiş ve kategorilendirilerek içerik analizi yöntemiyle çözümlenmiştir. Elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, modellemenin bazı konularda sıklıkla tercih edildiği, bazı konularda ise hiç kullanılmadığı görülmüştür. Modellemenin sadece somutlaştırma ve görselleştirmeden ibaret olduğu algısı yerleşmiştir. Öğretim programında modellemeye yapılan vurgu düşünüldüğünde ise, bu kavrama ilişkin sabit algının ortadan kalkması için ders kitaplarının bu yönde güncellenmesi önerilmektedir.

Aydoğan-Yenmez (2012) amaçlı örneklem yöntemiyle seçilen dört matematik öğretmeninin katılımıyla, öğretmenlerin bilgilerindeki gelişimi, modelleme perspektifine uyumlu olan ders planı hazırlama üzerine tasarlanmış mesleki eğitim etkinliklerine katılımları sürecinde değerlendirmiştir. Durum çalışmasının kullanıldığı çalışmada bulgular beş ay süren hizmet içi öğretmen eğitimi programı sürecinde elde edilmiştir. Veriler hizmet içi eğitimin öğretmenlerin pedagojik alan ve pedagojik bilgilerindeki gelişime, olumlu yönde katkı sağladığını göstermektedir.

Öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin pedagojik alan bilgilerinin önemli bir bileşeni olan gösterim çeşitlerinden modellemeleri geliştirmeleri ve kullanmaları ile ilgili durumlarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen Şandır (2010)’ın araştırmasında; üçü çalışan ve üçü öğretmen adayı, toplamda altı öğretmen ile çalışılmıştır. Öğretmen ve öğretmen adaylarına ders planı hazırlatılmış, sınıf ortamında gözlem yapılmış ardından da bu süreçlerle ilgili mülakatlar yapılmıştır. Elde edilen verilere göre katılımcılar önce modeli kullanma amacını belirliyor, amaca yönelik olarak modelleme türüne karar veriyor, ardından da farklı kaynakları inceleyerek amaçları doğrultusunda modelleme bulmaya çalışıyorlardı. Modelleme seçilirken kişiye özgü öğretme ve öğrenme eğilimleri ve pedagojik içerik bilgilerinin diğer bileşenleri ile ilgili düzeylerinin önemli olduğu görülmüştür.

Özgün (2012) problem çözme süreci sırasında oluşturulan matematiksel modelleri kavramsal ve zihinsel açıdan uygunluk ve yeterliliğini belirlemiştir. Çalışma 188 ilköğretim matematik öğretmen adayı ile yürütülmüş; veriler görüşmeler ve başarı testleri ile toplanmış ve nitel analiz teknikleri ile çözümlenmiştir. Öğretmen adaylarının matematiksel modelleri kullanarak problem çözmeleri sonucunda uygun olmayan, uygun ve geliştirilme ihtiyacı olan modeller olarak adlandırılan üç grup model oluşturdukları gözlemlenmiştir. Ayrıca bir modelin yeterliliğini ve uygunluğunu bilişsel ve kavramsal modellerin her ikisi ile desteklenmiş olması gerektiği sonucuna da varılmıştır.

Aydın-Güç (2015) öğretmen adaylarının modelleme yeterliliklerini bütüncül matematiksel modelleme yaklaşımıyla incelemiş ve araştırma farklı üniversitelerdeki iki öğretmen grubuyla gerçekleştirilmiştir. Sadece bir gruba matematiksel modelleme ile ilgili öğretim yapılmıştır ve araştırmanın sonucu matematiksel modelleme yeterliklerinin doğrusal olarak gelişim göstermediğini, bir matematiksel modellemenin alt yeterliğinin matematiksel modelleme yeterliğini gerektirmediğini, bazı alt yeterliklerin gelişiminin modelleme deneyimi yaşamayla pozitif ilişkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Aztekin ve Taşpınar-Şener (2015) Türkiye’de matematiksel modellemeye ilgili yapılan çalışmaların içerik analizini yaparak önce mevcut matematiksel modelleme çalışmaları hakkında bilgiler vermişler daha sonra da bu çalışmaları eleştirel bir biçimde incelemişlerdir. Araştırmanın sonucunda Türkiye’de yeterli düzeyde matematiksel modelleme çalışmasının yapılmadığı, çoğunlukla durum yönteminin tercih edildiği nitel çalışmaların olduğu görülmüş ve matematiksel modellemenin genellikle araç olarak kullanıldığı sonucuna varılmıştır. Çoğunlukla pedagojik hedeflerin güdüldüğü görülen matematiksel modelleme çalışmalarında deneysel araştırmaların artarak uygulanan matematiksel modellemenin basamaklarının daha açık detaylı olacak şekilde açıklanması gerektiği sonucuna varılmıştır. Türkiye’de, yayınlanan araştırmalar içerisinde matematik eğitimi üzerine yapılan matematiksel modelleme çalışmalarının eğilimini belirlemek ve bu bağlamda ilgili alana öneriler sunmak amacıyla Aztekin ve Taşpınar-Şener (2015)’in çalışmasına paralel olarak araştırma yapan Albayrak (2017)’in elde ettiği bulgulara göre, Türkiye’de matematiksel modellemeye ilgili araştırmaların yaklaşık on yıl kadar önce başladığı ve artarak devam ettiği ve matematiksel modellemeye yönelik çalışmaların daha çok öğretmen eğitimi ve öğrenme ortamlarında bir yöntem olarak nasıl kullanılabileceği üzerine yoğunlaştığı belirlenmiştir. Aynı zamanda diğer çalışmada olduğu gibi en çok kullanılan desenin durum çalışması olduğu görülmüştür.

Seçtikleri fakültelerdeki öğretim elemanlarının modeller hakkındaki çeşitli olgulara yönelik fikirlerini belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmada Güneş, Gülçiçek ve Bağcı (2004) 31 sorudan oluşan bir anket uygulamışlardır. Araştırma sonucunda öğretim elemanlarının modellerle ilgili verdikleri örneklerin yetersiz kaldığı, matematik ve fen alanlarındaki akademisyenlerin konuya yönelik bilgilerinde eksiklik olduğu gözlenmiştir. Akgün, Çiltaş, Deniz, Çiftçi ve Işık (2013) 11 matematik öğretmenin matematiksel modellemeye yönelik farkındalıklarını belirlemeye çalışmışlardır. Bu araştırmanın verileri mülakat ve gözlem formları ile elde edilmiş ve ulaşılan veriler nitel tekniklerle analiz edilmiştir. Ulaşılan sonuca göre öğretim elemanlarında olduğu gibi matematik öğretmenlerinin de matematiksel modellemeye yönelik bilgi düzeyleri yeterli düzeyde değildir ve çalışılan grup matematiksel modelleme ile ilgili temel kavramları ayırt etmekte zorlanmakta, model ve modellemeyi de öğretim sürecinde gereken seviyede kullanmamaktadırlar. Tekin-Dede ve Yılmaz (2013) ise araştırmalarında verilen problemleri ilgili gruba matematiksel modelleme çerçevesinde inceletmişler ve öğretmen adaylarının modelleme ile ilgili yeterliliklerini araştırmışlardır. Araştırmanın verileri video kayıt cihazı ile elde edilmiş olup ulaşılan sonuçlar öğretmen adaylarının süreçte modelleme yeterlilikleri açısından çalıştıklarını fakat modelleme sonuçlarını yorumlamada yetersiz olduklarını göstermektedir. Kertil (2008) 4. sınıf matematik öğretmen adaylarına uyguladığı bir modelleme sürecinde onların modelleme becerilerini ve bu becerilerin başka ortamlarda gösterdiği gelişimleri incelemiştir. Özel durum çalışması yöntemi kullanılan araştırmanın veri toplama araçları modelleme testi, modelleme etkinlikleri, yarı-yapılandırılmış mülakatlar iken veri çözümleme tekniği olarak betimsel analiz ve kategori tekniği kullanılmıştır. Ulaşılan verilere göre öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile problem çözme becerileri yeterli değildir ve birtakım modelleme süreci davranışlarında zorlanmışlardır. Bir başka benzer araştırma, ortaokul matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme hakkındaki görüşlerini inceleyen Güder (2013) mülakat tekniğini kullanmış ve 40 ilköğretim matematik öğretmeni ile çalışmıştır. Verilerin çözümlenmesinde betimsel analiz ve içerik analizi yönteminden yararlanmıştır. Elde edilen bulgulara göre örneklem grubunun matematiksel modelleme konusunda bilgi eksiklikleri vardır ve seçtikleri matematiksel model örneklerini ders kitabındaki örneklere paralel seçmekte farklı modeller kurmakta zorlanmaktadırlar. Ayrıca matematiksel modelleme, müfredatta yer alan konulardan en fazla kesirler konusunun öğretiminde tercih edilmekte, matematiksel modelleme için zaman kısıtlı görülmekte fakat kullanıldığında öğrencinin derse olan motivasyonunu artırmakta bu sebeple de matematiksel modellemenin derslerde kullanılması gerekmektedir. Matematiksel modelleme dersi almamış olan matematik öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye ilişkin görüşlerini

belirlemek amacıyla Karalı (2013) bir nitel durum araştırması yapmıştır. 14 matematik öğretmen adayı ile yürütülen bu çalışmada yarı yapılandırılmış görüşme sorularıyla odak grup görüşmeleri veri toplama araçlarıdır. Araştırmanın sonuçlarına göre öğretmen adayları ilgili probleme yönelik model seçiminde kararsızlık yaşamışlar ve verilen günlük hayat problemlerinin gerçek yaşamdan direkt seçilmesinden dolayı güçlük çekmişlerdir. Matematik öğretmenlerinin model ve modellemeye ilişkin görüşlerini belirlemek amacıyla çalışan Işık ve Mercan (2015) model ve modelleme ile ilgili hazırlanan bir testi altı ortaokul matematik öğretmenine uygulayarak verileri betimsel analiz yöntemi ile değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda Karalı (2013)'nın elde ettiği verilerdeki gibi öğretmenlerin verilen örnekler içerisinde model olanı seçebilmek konusunda zorlandıkları fakat diğer çalışmadan farklı olarak genel anlamda model ve modellemeyi bildikleri görülmüştür. Öğretmen adaylarıyla birlikte benzer araştırma yapan Özer-Keskin (2008); Katılımcıların matematiksel modelleme bilgi, beceri ve görüşlerini incelemek için 21 öğretmen adayıyla çalışarak araştırmasında durum analizi yöntemini kullanmıştır. Çalışmanın veri toplama araçları matematiksel modelleme ile ilgili mülakatlar ve görüş anketleridir. Hem nicel hem de nitel veri analizleri yapılan bu çalışmada görüşler olgu bilim yöntemi ile incelenmiş ve öğretmen adaylarının son verdikleri cevaplardan, ilk duruma göre gelişme kaydettiği görülmüştür. Matematiksel model ve modelleme süreci içerisinde öğretmen adaylarının bu kavramlara yönelik fikir, beceri, tutum ve yeterliliklerin gelişip gelişmediğini belirlemek amacıyla araştırma yapan Korkmaz (2010) toplam 70 sınıf ve ilköğretim matematik öğretmeni adayı ile çalışmasını yürütmüştür. Anket, ölçek ve çeşitli etkinlikler ile toplanan veriler puanlama anahtarı ve SPSS yardımıyla yorumlanmıştır. Ulaşılan sonuçlar Özer-Keskin (2008)'in elde ettiği bulgularla aynıdır. Süreç sonunda öğretmen adaylarının matematiksel model ve modellemeyle ilgili tutum ve fikirleri olumlu yönde gelişme göstermiş, matematiksel modelleme yeterliği açısından ise sınıf ve matematik öğretmeni adayları arasında anlamlı bir farklılık gözlemlenmemiştir. İlgili konuda araştırma yapan Durmuş (2011) Öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye yönelik tutum ve fikirlerinin incelenip derslerde uygulanması amacıyla 136 öğretmen adayı ile çalışmasını gerçekleştirmiştir. Yapılandırmacılık felsefesine bağlılık ile pozitivist felsefeye bağlılık düzeyleri karşılaştırıldığında yapılandırmacılık yönünde anlamlı bir fark saptanırken, modelleme seviyeleri ile öğretmen adayının benimsediği değer arasında paralellik olduğu sonucuna varılmıştır. 35 ilköğretim matematik öğretmen adayının matematik öğretim sürecindeki modelleme beceri ve görüşlerini araştıran Çiltaş ve Işık (2013) yapılan uygulamaların neticesinde diğer çalışmalara paralel olarak öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye yönelik görüş, bilgi ve becerilerinde pozitif yönde gelişim gösterdiklerini saptamıştır. Tekin-Dede ve Bukova-Güzel (2013)'in araştırmalarının amacı model oluşturan

ve oluşturulan modeli derste kullanan matematik öğretmenlerinin bu süreçteki beceri ve görüşlerini belirlemektir ve bu araştırmada 17 matematik öğretmeniyle mülakat yapmışlardır. Yapılan görüşmeler sonucunda ilgili grubun modellerden derslerde yararlanmaya olumlu baktıkları, modelleri dersle ilgili süreçlerde ve ödevlerde kullandıkları veya kullanmayı düşündükleri ifade edilmiş fakat diğer benzer çalışmalardan farklı olarak modelleri tam anlamıyla benimsemedikleri ortaya çıkmıştır. Aslan ve Yadigaroglu (2014) eğitim fakültelerindeki lisansüstü öğrencilerinin modellerin rolü, doğası ve modelleme hakkındaki düşüncelerini belirlemek amacıyla 30 lisansüstü öğrencisi ile çalışmıştır. 30 maddelik Likert ölçekle verilerini toplamış ve sonuçları MANOVA testi ile analiz etmişlerdir. Matematiksel modellemeye yönelik görüş ve bilgi düzeyinin; lisansüstü öğrencisinin branşları ile bağlantılı olduğu fakat ilgili gruptaki öğrenciler arasında cinsiyet, modelleme dersini alıp almama durumu, lisansüstü seviyesi arasında bir farklılık oluşmadığı görülmüştür.

Eraslan (2011) öğretmen adaylarının modelleri oluştururken yürütülen süreçleri araştırmış ve etkinlikler, odak grup videolar ve görüşmeler yardımıyla ilköğretim matematik öğretmen adaylarının yaptığı çalışmayı nitel araştırma tekniklerini kullanılarak analiz etmiştir. Bu süreçte; uygulanan model oluşturma etkinliklerinin matematik öğretimindeki faydaları, belirsizliği, tüm eğitim kademelerinde uygulanabilirliği açısından değerlendirilmiştir. Deniz (2014) matematikte modelleme etkinliği geliştirmek amacıyla, 13 matematik öğretmeni ile matematiksel modelleme etkinliği oluşturma ve uygulama sürecini incelemiştir. Durum çalışmasının kullanıldığı bu araştırmada gözlem ve öğretmenlerin oluşturdukları etkinlikler ile veriler toplanmış. Elde edilen bu sonuçlar ise içerik analizi ve betimsel analiz ile yorumlanmıştır. Öncelikle öğretmenlerle ön görüşmeler yapılmış sonra matematiksel modelleme yöntemi tanıtılmış ve etkinlik örnekleri verilmiştir. Öğretmenler Model Oluşturma Etkinliği ilkelerine göre etkinlikler geliştirmiş sonra da bu etkinlikleri sınıflarında uygulayabilme yeterlikleri gözlemlenmiştir. Elde edilen veriler öğretmenlerin derslerde modelleme etkinliğinin kullanımını birçok açıdan faydalı bulduklarını, eğer öğrencinin başarı seviyesi iyi ise matematik öğretim sürecinde matematiksel modelleme etkinliklerini kullanacaklarını belirtmişlerdir. Yine aynı amaçla çalışma yapan Tekin-Dede ve Yılmaz (2015) çalışmalarında örneklem olarak 6.sınıf öğrencilerini seçmişler ve 12 eylem planını öğrencilere uygulamışlardır. Bilişsel modelleme yeterliklerinin gelişimini sağlamayı hedefleyen ve bu doğrultuda ilerleme kaydedecek bir uygulama önerisi sunmaya çalışan bu araştırmanın sonucunda öğrencilerde geliştirilmesi beklenen bilişsel modelleme yeterliklerinin istenen seviyede oluşturulduğu belirlenmiştir. Bal ve Doğanay (2014) sınıf öğretmeni adayları ile yaptıkları çalışmada matematiksel modelleme döngüsünü anlamaya yönelik bir eylem araştırması planlamışlardır. Öğretmen adaylarının çalışmanın başında problem durumuna

uygun matematiksel modeller oluşturmamaları gözlemlenmiş fakat uygulanan eylem planı ile matematiksel kavrama ve modelleme başarılarının arttığı görülmüştür. Wessels (2014) araştırmasında üniversite 2. 3. ve 4. Sınıfta bulunan öğretmen adayları ile çalışma yapmıştır. Üç yıl süren çalışmada matematiksel modelleme etkinlikleri sınıf düzeylerine göre aynı zamanlarda uygulanmıştır. Üç farklı etkinlik kullanılarak öğrencilerin kağıtları özgünlük, akıcılık, gerçekçilik, esneklik ve yenilikçilik bakımından değerlendirilmiştir. Öğrencilerin yapılan uygulamalar sonrası matematiksel modelleme aktivitelerini daha yaratıcı ve özgün çözümledikleri görülmüştür.

İlgili konuda, altı öğretmen adayı ile çalıştığı araştırmasında model oluşturma süreçlerini ve bu süreci yönlendiren etmenleri araştıran Şen-Zeytun (2013) yöntem olarak durum çalışmasını tercih etmiştir. Beş modelleme etkinliğinin uygulandığı süreçte modelleme basamakları sırasıyla problemi anlama, plan yapma, geliştirilen planı gerçekleştirme, elde edilen model hakkında yorum yapma ve deneme şeklinde sınıflandırılmıştır. Ulaşılan bulgulara göre ilgili grupta matematiksel modelleme ile ilgili bilgi düzeyinin yetersiz oluşu, kavramsal eksiklik ve vakit sıkıntısı gibi nedenlerden ötürü model oluşturma ve uygulama sürecinde sorun yaşanmaktadır. Deniz ve Akgün (2017) lise matematik öğretmenlerinin geliştirdikleri modelleme aktivitelerinin sınıf ortamındaki uygulama süreçlerinin tetkik edilmesi amacıyla çalışmalarını Ağrı şehir merkezinde bulunan dört farklı lise türünde çalışan 13 matematik öğretmeni ile yürütmüştür. Durum çalışması modeli olan çalışmada, yarı yapılandırılmış gözlem formu ile veriler toplanmıştır. Elde edilen bulgular betimsel analiz ile çözümlenmiştir. Matematiksel modelleme uygulamaları incelendiğinde modelleme evrelerinden gerçek yaşama aktarma kısmında eksiklikler olduğu gözlenmiştir. Şen-Zeytun (2013)'un bulgularına paralel sonuçlar elde edilen bu çalışmada matematiksel modelleme etkinlikleri ile çok süre geçtiği, öğrencilerin model oluşturmada ve grup çalışması yapmada zorlandıkları gözlemlenmiştir. Matematiksel modelleme yönteminin uygulanabilirliğinin artması için müfredatta modelleme aktivitelerinin üzerinde daha çok durulmalıdır. Amacı ortaokul matematik öğretmen adaylarının bir matematiksel modelleme aktivitesi içerisinde bulunan matematikselleştirme sürecini inceleyip değerlendirmek olan Kol (2014)'un araştırmasında Gerçekçi Matematik Eğitimi (GME) teorik çerçevesinde yer alan, matematikselleştirmenin iki boyutu temel alınmıştır. Örnekleme “Öğretmenler için Matematiksel Modelleme” isimli dersi alan altı ilköğretim matematik öğretmeni adaydır ve çalışmada örnek olay yöntemi kullanılmıştır. Gerçekçi durumların incelendiği bir problem seçilmiştir ve düşünce raporları, video kayıtları, çalışma kâğıtları kullanılarak veriler toplanmıştır. Elde edilen verilere göre matematiksel modelleme sürecinde öğretmen

adaylarının, problemi idrak etmede, fonksiyonda değişken belirlemede ve fonksiyon yazmada güçlük yaşadığı ve kavram yanılgılarına düştükleri görülmektedir.

Öğrencilerin görselleştirme becerilerinin matematiksel modelleme sürecindeki düzeylerini belirlemek ve içinde bulunduğu görsel süreci değerlendirmek amacıyla Taşova (2011) tezsiz yüksek lisansa devam eden 75 matematik öğretmen adayı ile özel durum çalışması yapmıştır. Araştırmanın veri toplama araçları çeşitli testler ve yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmelerdir. Çalışmadan elde edilen verilere göre, yüksek lisans öğrencilerinin matematiksel modelleme yapabilirlik düzeylerinin düşük olduğu, bir geometrik cisim zihinde döndürme kabiliyetinin üç boyutlu düşünebilme kabiliyetine kıyasla başarılı olduğu ve sözel-mantıksal düşünmenin görsel düşünme tarzına göre daha çok tercih edildiği görülmüştür.

Obezite ile ilgili model oluşturmayı gerektiren problemleri matematiksel modelleme etkinliklerinin tasarım süreçleri çerçevesinde inceleyen Tekin-Dede ve Bukova-Güzel (2013)'in çalışmasında, video kayıtları ile toplanan veriler sonucunda öğretmenlerin ortaöğretim seviyesinde matematik derslerinde kullanılabilecek etkinlikler oluşturduğu görülmüştür.

Özaltun, Hıdıroğlu, Kula ve Bukova-Güzel (2013) ise on beş matematik öğretmen adayının problem çözümü sürecinde kullandıkları matematiksel modelleme gösterim şekillerini belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmada veri toplama araçları olarak yazılı cevap anahtarı ve Geogebra dosyaları kullanılmıştır. Elde edilen verilere göre ilgili grubun problem çözme süreci basamaklara göre değişim göstermekle birlikte cebirsel ve sözel modelleme biçimlerini daha çok kullandıkları görülmüştür.

Teknoloji yardımı ile matematiksel modelleme problemlerinin çözümleme aşamalarının analiz edilmesini inceleyen Hıdıroğlu (2012) yaptığı doktora çalışmasında öğretmen adayları ile Geogebra, Screenhunter gibi teknolojik araçları kullanmıştır. Ulaşılan sonuçlara göre, teknoloji kullanımı matematiksel modelleme döngüsüne büyük ölçüde destek olduğu gözlenmiştir. Teknoloji ile matematiksel modellemeyi birlikte çalışan araştırmacılardan olan Hıdıroğlu ve Bukova-Güzel (2014) çalışmasında matematiksel modelleme sürecinde GeoGebra'nın nasıl kullanılabileceğini örneklemek amacıyla tasarladıkları belirli bir probleminin çözümünü, modelleme süreci çerçevesinde oluşturmuşlardır. GeoGebra'nın modelleme becerilerini ortaya çıkarmaya ve geliştirmeye yardımcı olması, kavramsal düşünmeye faydalı olacağının düşünülmesi açısından öğretmenlerin bu programı etkin kullanması gerektiği belirtilmiştir. Matematiksel modelleme sürecini teknoloji destekli olarak yürütürken oluşan bilişsel yapıları açıklamaya çalışan

Hıdıroğlu ve Bukova-Güzel (2015) yaptıkları durum çalışmasında üç matematik öğretmen adayı ile çalışmışlardır. Araştırmanın verileri GeoGebra raporları, gözlem, video kayıtlar ile toplanmış ve ulaşılan verilere göre matematiksel modelleme sürecinde meydana çıkan üst bilişsel yapılar on sekiz kategoriye ayrılmıştır.

Ural ve Ülper (2013) ise yaptıkları araştırmada matematik öğretmen adaylarının okuduğunu anlama becerisiyle matematiksel modelleme ile çözülecek gerçek hayat problemini anlama becerisini karşılaştırmışlardır. Araştırmanın örneklemini 38 ilköğretim matematik öğretmeni adayı oluşturmuş ve çoktan seçmeli bir testle veriler toplanmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre, matematiksel modelleme kullanımını gerektiren problemi algılama seviyesi ile okuduğunu anlama becerisi paralellik göstermiştir.

Özkan-Hıdıroğlu ve Hıdıroğlu (2016) matematiksel modelleme yaklaşımlarını izah etmede matematik öğretmenlerinin epistemolojik görüşleri üzerine çalışmışlardır. Çalışma İzmir’de görev yapmakta olan 35 matematik öğretmeni ile yürütülmüştür. Nitel veriler matematik öğretmenlerine ait yazılı kağıtlarından, nicel veriler ise epistemolojik görüş ölçeği ve araştırmacıların tasarladığı rubrik aracılığıyla yazılı kağıtlarından toplanmıştır. Betimsel istatistik, korelasyon analizi ve betimsel analiz kullanılarak veriler analiz edilmiştir. Sonuç olarak epistemolojik inanç ile matematiksel modelleme yaklaşımları arasındaki ilişkinin düşük düzeyde olduğu saptanmıştır. Yorumlama, strateji kurma vb. bazı modelleme yaklaşımlarında epistemolojik görüşleri yüksek çıkan matematik öğretmenlerinin daha başarılı oldukları görülmüştür. Farklı modelleme çeşitlerini ve kapsamlı analizi dahil eden araştırmalar ile daha detaylı bilgi elde edilebileceği düşünülmektedir.

Yoon, Dreyfus ve Thomas (2010) analiz dersi kapsamında matematiksel modelleme ile ilgili örneklemini 16 öğrenci ve iki öğretmenden oluşan 18 katılımcı ile araştırma yapmışlardır. Çalışmada araştırmacılar etkinlikler yapılırken çözümlerin yapıldığını fakat katılımcıların bunun nasıl çözüldüğünü söylemekten kaçındıklarını saptamıştır. Bunun yanı sıra model geliştirme etkinliklerinin analiz dersindeki kavramları geliştirme, test etme ve gözden geçirmede yardımcı olduğu sonucu çıkarılmıştır.

Tuna, Biber ve Yurt (2013) ise yaptıkları çalışmada matematiksel modelleme ile öğretiminin yapıldığı kesirler konusundaki modelleme becerilerini araştırmışlardır. Çalışma matematik öğretmeni adayları ile gerçekleştirilmiş olup tarama yöntemi kullanılmıştır. Süreçte adaylara kesirler konusu ile ilgili günlük hayat problemleri yöneltilmiş ve problemlerin çözümleri matematiksel modellemeye dayalı olarak istenmiştir. Elde edilen verilere göre öğretmen adaylarının kalandan bütüne gitmeyi gerektiren günlük yaşam problemlerini modellemede başarısız olduklarını göstermiştir. Çelik (2015) araştırmasında

matematik öğretmenlerinin beşinci sınıf kesirler konusunun öğretiminde matematiksel modellemeyi kullanma seviyelerinin tespit edilmesi amacıyla Rize’de iki farklı ortaokulda çalışan üç matematik öğretmeni ile çalışmıştır. Öğretmenler kesirler konusunu işlerken dersleri kameraya alınmıştır. Konunun tamamlanmasının ardından videolar araştırmacı tarafından izlenerek araştırmacının hazırladığı gözlem formu yardımıyla matematiksel modelleme kullanımı bakımından değerlendirilmiştir. Aynı zamanda matematiksel modelleme görüş formu öğretmenler tarafından doldurulmuştur. Video kayıtları ve görüş formundan elde edilen bulgulara göre öğretmenler konuyu somutlaştırdığı ve hafızada kalıcılığı artırdığı için öğretim sürecinde model kullanımının yararlı olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte öğretmenlerin modelleri faydalı bulmalarına rağmen düzenli olarak kullanmadıkları gözlenmiştir. Bu durumun nedeni öğretmenlerin modellerin kullanımını zaman alıcı bulmaları ve her konu için uygun olduğunu düşünmemeleridir. Araştırmanın bir başka sonucu da öğretmenlerin modelleri daha çok konuyu anlatırken kullandıkları ama soru çözümlerinde çok tercih etmedikleridir. Ayrıca öğretmenlerin en çok bölge modelini, ikinci olarak da sayı doğrusu modelini kullandıkları gözlenmiştir. Bununla birlikte küme modelinin öğretmenler tarafından tercih edilmediği görülmüştür. Dolayısıyla kesir öğretimine yönelik, ortaokul matematik dersi öğretim programı tarafından da kullanımı önerilen, matematiksel model kullanımının arttırılması gerekmektedir. Eksiklerin belirlenip ortadan kaldırılması için bu konuda daha fazla araştırma yapılması ve bu çalışmalar sonucunda ortaokul matematik dersi öğretim programının bu eksiklikleri ortadan kaldıracak şekilde revize edilmesi önerilmektedir. Kesirler ve tam sayılar konularındaki modelleri inceleyip öğretmenlerin bilgi ve görüşlerini almak ve bu konudaki yeterliliklerini belirlemek amacıyla Bayazit, Aksoy ve Kırnay (2011)’in yaptığı bir diğer modelleme çalışmasında ise nitel araştırma yöntemi kullanılmış olup 35 ilköğretim matematik öğretmeni ile çalışılmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre öğretmenler ilgili konuda modelleri sadece şema ve şekillere indirgemekte, ders kitaplarında verilen modelleri ise anlayıp izah etme ve konuya ilişkin model oluşturabilme durumlarında büyük sorun yaşamaktadırlar. Öğretmenler kesir ve tam sayı öğretiminde matematiksel modelleme kullanımının öğrencilere katkı sağlayacağı yönünde olumlu tutum ve görüşlere sahiptirler.

İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının ispata yönelik tutumlarını incelemek amacıyla 60 ilköğretim matematik öğretmen adayı ile çalışmasını yürüten Ünveren (2010)’in özel durum çalışması niteliğindeki çalışmasının veri toplama araçları tutum ölçekleri ve mülakatlardır. Katılımcılara matematiksel modelleme yönteminin kullanıldığı etkinlikler yöneltilerek ispata yönelik tutumları incelenmiştir. Matematiksel modelleme ile yapılan öğretimde öğrencilerin ispata yönelik tutumlarının daha pozitif olduğu sonucuna varılmıştır.

İspat ve modelleme üzerine araştırma yapan Yılmaz (2015) matematiksel modellerle öğretimi yapılan teorem ispatlarının; öğrencilerin ispat konusundaki fikir, akademik durum ve becerilerini incelemek amacıyla 45 matematik öğretmeni adayı ile çalışmıştır. Karma yöntemin kullanıldığı araştırmanın verileri çeşitli test, anket ve görüşmelerle elde edilmiştir. Nitel ve nicel veriler gerekli analiz teknikleri ile çözümlenmiş, Ünveren (2010)'ın çalışmasına benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ön testte öğrencilerin ispat yapmaya karşı olumsuz düşüncelere sahip oldukları, süreç sonunda ise matematiksel modellemeye yönelik tutumlarının olumlu yönde değiştiği ve teorem ispatlarını modelleme yöntemi ile daha iyi anladıkları gözlemlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin modelleme yöntemi sayesinde akademik becerileri ve ispat yapma yetenekleri gelişmiş, daha kalıcı bir öğrenmenin oluşturulduğu görülmüştür.

Çiltaş (2011) matematiksel modelleme ile dizi ve seriler konusunun öğretiminin yapıldığı grubun matematiksel modelleme yeteneklerini araştırarak çalışmasını ilköğretim matematik öğretmenliği üçüncü sınıfındaki 75 öğrenci ile yürütmüştür. Karma yöntemin tercih edildiği araştırmanın veri toplama araçları mülakat, çeşitli testler ve anketler iken; fenomenografik yöntem, betimsel analiz ve t-testi de çalışmanın veri analiz yöntemleridir. Ulaşılan sonuçlara göre uygulama öncesinde öğretmen adaylarında konu ile ilgili görülen yetersizlik ve model oluşturamama durumu uygulama sonrasında yerini adayların matematiksel modellemeye yönelik yetenek ve düşüncelerindeki artışa bırakmıştır.

Çiltaş ve Yılmaz (2013) ise 144 matematik öğretmen adayının belirli matematik teoremlerini matematiksel modellere dönüştürebilme becerilerini araştırmış ve öğretmen adaylarının matematiksel teoremleri matematiksel modellere dönüştürerek ifade edebilme düzeylerini eksik ve yanlış bulmuşlardır.

Kertil (2014) matematik öğretmen adaylarının türevle ilgili temel matematiksel kavramları anlama süreçlerini araştırmak amacıyla çalışmayı Ankara'da bulunan belirli bir üniversitenin 20 ilköğretim matematik öğretmenliği öğrencisi ile gerçekleştirmiştir. Matematik öğretmen adayları için açılan bir ders kapsamında bir model geliştirme ünitesi tasarlanarak gerçek sınıf ortamında uygulanmıştır. Çalışmada birden çok veri toplama yöntemi kullanılmış olup, çözümleme sürecinde ise, nitel analiz ağırlıklı olmak üzere, nitel - nicel yöntemler birlikte kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre başlangıç aşamasında, öğretmen adaylarının kovaryasyonel düşünmede zorluk yaşadıkları, fonksiyon ve türevinin grafiksel ilişkisini anlamlandırmada başarısız oldukları gözlemlenmiştir. Model geliştirme ünitesinin uygulanması sürecinde, öğretmen adaylarının kovaryasyonel düşünme becerilerinde önemli gelişmeler görülmüştür. Fakat analiz dersi alan öğrenciler dahi türev

konusuna temel teşkil eden matematiksel kavramlarda yeterli bilgiye sahip olmadıkları görülmüştür.

Güler ve Temizyürek (2015)'in yapmış olduğu çalışmanın amacı ise modelleme kullanılarak ardışık tek sayıların toplamının kuralını bulma sürecinin araştırılmasıdır. Çalışma yirmi matematik öğretmeni adayı ile yürütülmüş ve mülakatlar yardımıyla veriler toplanmıştır. Ulaşılan sonuçlar öğretmen adaylarının birbirinden farklı altı ispat ile cebire, şekle ve sözel ifadeye dayalı model türleri ile ilgili kuralı ispatlamaya çalıştıklarını göstermiştir.

Google SketchUp (GSU) programı ile katı cisimler konusunun öğretiminde bu programın uzamsal becerilere etkisini ve uygulanan grubun görüşlerini belirlemek amacıyla araştırma yapan Uygan (2011) ilköğretim matematik öğretmeni adayları ile çalışmasını yürütmüştür. Deneysel yöntem ve durum çalışmasının birlikte kullanıldığı araştırmanın veri toplama araçları çeşitli testlerdir ve elde edilen verilere göre öğrencilerin GSU programı ile gerçekleştirilen katı cisimler öğretimini daha yararlı buldukları görülmüştür.

Işık ve Özdemir (2015) ise ilköğretim matematik öğretmenlerinin geometrik cisimlerde alan ve hacim konusunun öğretiminde yararlandıkları matematiksel modelleme etkinlikleri hakkındaki fikirlerini belirlemek amacı ile 10 ortaokul matematik öğretmenin katılımıyla araştırmalarını yapmışlardır. Ulaşılan sonuçlara göre öğretmenlerin konu anlatımında matematiksel modellerden faydalandıkları ancak matematiksel modellemeye ait yeterli bilgi düzeyleri olmadığı için matematiksel modelleme aktivitelerini etkin bir şekilde kullanamadıkları görülmüştür.

Problem, sembol ve model doğrultusunda öğretmen adaylarının doğal sayılarda çarpma işlemi konusunu öğretimlerinin incelenmesi amacıyla çalışan Yenilmez ve Uygan (2015) ,araştırmayı 64 sınıf öğretmeni adayı ile yürütmüştür. Betimsel analizle incelenen araştırmanın sonuçlarına göre, örneklem seçilen grup çarpma işlemine uygun modelleme etkinliği seçebilmekte fakat seçilen etkinlikleri sembol-problem-model durumuna göre oluşturamamaktadır.

Akkurt, Dikkartın, Gülbağcı, Olkun ve Şahin (2009)'in yaptıkları çalışmanın örnekleme, yedi farklı ilkokulun üç, dört ve beşinci sınıf öğrencilerinden oluşan 278 öğrencidir. Deneysel yöntemin kullanıldığı çalışmada öğrencilerin sözel bir problemi çözerken kullandıkları modelleme becerileri araştırılmıştır. Elde edilen verilere göre sadece beşinci sınıf öğrencilerinde büyük bir değişim sağlanmıştır. Hıdıroğlu, Tekin-Dede, Kula ve Bukova-Güzel (2014) ise ortaöğretim öğrencileri ile yaptıkları çalışmada “Kuyruklu Yıldız Problemi” nin çözümünü matematiksel modelleme çerçevesinde değerlendirmişlerdir. On

ortaöğretim öğrencisinin yazılı cevaplarından ve video kayıtları çözümlerinden yola çıkarak yaptıkları çalışma sonucunda modelleme süreci basamaklarında ilerledikçe öğrencilerin performanslarının düştüğü gözlemlenmiştir. Her iki çalışmadan da anlaşılabacağı üzere öğrenciler modelleme konusunda sıkıntı yaşamaktadır.

Kal (2013), matematiksel problemleri çözerken matematiksel modellemenin kullanımında öğrencilerin görüş ve tutumlarını belirlemek amacıyla 48 altıncı sınıf öğrencisi ile araştırma yapmıştır. Karma araştırma modeli kullanılan çalışmanın veri toplama araçları; tutum ölçeği ve görüşme formu iken veri analiz yöntemi betimsel analiz, içerik analizi ve t-testidir. Ulaşılan bulgulara göre matematiksel modelleme kullanılarak gerçekleştirilen öğretimde öğrencilerin problem çözmeye karşı olumlu tutum geliştirdikleri ve bu süreçte haz duydıkları belirlenmiştir. Model oluşturma etkinlikleri kullanılarak gerçekleştirilen matematiksel modelleme ile öğretimin öğrencilerin akademik düzeylerine, matematiksel tutumlarına etkisini araştırmak amacıyla Dışbudak (2014) bir ortaokulda bulunan altıncı sınıfta öğrenim gören toplam 60 öğrenci ile araştırma yapmıştır. Çalışmanın veri toplama araçları çeşitli testler, öğrencilerin modellemeyle ilgili düşüncelerine yönelik hazırlanan sorulardan oluşan bir değerlendirme anketi, model oluşturma etkinlikleri sırasında elde edilen işlem ve rapor kâğıtları ve öğrenci görüşmeleridir. Betimsel ve içerik analiz yöntemleri ile yorumlanan çalışma sonuçlarına göre akademik başarı açısından model oluşturma yönteminin kullanıldığı öğretim sürecinin geleneksel öğretim yöntemine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadığı, öğrencilerin matematiğe karşı tutumu açısından ise model oluşturma etkinliklerinin, istatistiksel olarak olumlu yönde anlamlı bir fark oluşturduğu gözlenmiştir. Matematiksel modelleme yöntemi ile yapılan öğretimin sonucunda öğrencilerin akademik durumlarındaki değişimini incelemeyi amaçlayan Işık ve Yıldırım (2014) araştırmayı deneysel desen ile yürütmüş olup 55 ortaokul beşinci sınıf öğrencisi ile çalışmıştır. Elde edilen bulgulara göre matematiksel modelleme ile öğretim öğrencilerin akademik başarılarında artış sağlamıştır. Model oluşturma etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları üzerine etkisi ve öğrencilerin etkinliklere yönelik görüşlerini inceleyen Karabörk (2016) Bolu ili merkezinde bulunan bir devlet okulundan 23 deney 24 kontrol olmak üzere toplamda 47 öğrenci ile çalışmıştır. Araştırma karma araştırma yöntemlerine göre yürütülmüştür. Nicel veriler okulda bulunan öğrencilerin ulaşabileceği ders kitapları ve kaynak kitaplardan toplanan sorulardan oluşan standart başarı testi yardımıyla toplanmıştır. Nicel verilerin değerlendirilmesinde parametrik testlerden t testi kullanılmıştır. Nitel veriler öğrencilerin çalışma kâğıtları, gözlem formları, her etkinlik sonunda dağıtılan etkinlikle ilgili öğrenci görüş formları ve etkinliklerin sonunda yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler ile toplanmıştır. Nitel veriler analiz edilirken ise betimsel analiz yöntemleri tercih edilmiştir.

Sonuç olarak öğrenciler model oluşturma etkinliklerini zor, çaba ve uğraşmayı gerektiren, eğlenceli ve zevkli etkinlikler olarak ifade etmişlerdir. Model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerin standart başarı testlerindeki akademik başarıları üzerinde deney grubundan yana anlamlı bir farklılık gözlenmiştir. Kal (2013), Dışbudak (2014), Işık ve Yıldırım (2014) ve Karabörk (2016)'ün araştırmalardan elde ettiği sonuçların paralellik gösterdiği anlaşılmaktadır.

Şahin ve Eraslan (2016) ortaokul 7. sınıf öğrencileri ile çalıştığı araştırmasında modelleme geçmişi olmayan öğrencilerin matematik derslerine girerek sınıf içi gözlem yapmışlar ve öğrencilerle etkileşimde bulunmuşlardır. Ölçüt örnekleme yöntemi ile çalışılacak olan üç öğrenci seçilmiştir. Belirlenen araştırma grubundan modelleme etkinliklerinden 'Kağıttan Uçak Yapma Yarışması Problemi' üzerinde çalışma yapmaları istenmiş ve süreç video olarak kaydedilmiştir. Araştırma sonuçları verilen etkinlik üzerinde öğrencilerin problemi anlamakta zorluk yaşadıklarını gösterirken, problemde öğrencilerden istenilen durumlar için ayrı ayrı stratejiler geliştirdikleri görülmüştür. Ayrıca öğrenciler değişkenler için geliştirilen stratejiler üzerinde matematiksel işlem yapmada güçlüklerle karşılaşmalarına rağmen, grup içi tartışmalar sonucu bu güçlüklerin üstesinden gelmeye çalıştıkları gözlemlenmiştir.

Matematiksel modellemenin matematiği günlük yaşama transfer etmedeki etkisini inceleyen Doruk (2010), yarı deneysel olarak yaptığı araştırmada iki adet deney ve iki adet kontrol grubu oluşan 6. ve 7. sınıf öğrencileri ile çalışmıştır. Elde edilen verilere göre, matematiksel modelleme etkinlikleri yapılan deney gruplarının kontrol gruplarına göre günlük yaşamdaki problemlere matematiksel bilgilerini transfer etme becerilerinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Öğrencilerin matematiksel modelleme aktiviteleri çalışmaları esnasında açığa çıkan, iletişim becerilerinin geliştirilmesine yardımcı olacak süreçlerin ayrıntılı bir şekilde tespit edilmesi amacıyla Doruk (2011) bir devlet okulunun altıncı ve yedinci sınıfında öğrenim görmekte olan 58 öğrenci ile bir dönem çalışma yürütmüştür. Bu çalışmada video kaydı ve yazılı cevaplar kullanılarak veriler toplanmış ve betimsel analiz aracılığı ile analiz edilmiştir. Matematiksel modelleme etkinliklerinin tüm evrelerinin iletişim becerisinin gelişimini destekleyici yaşantılar içerdiğini belirtmiştir.

Değerler eğitiminin verilmesinde matematiksel modelleme etkinliklerinin etkin olarak kullanılması gerektiğini belirten Doruk (2012) araştırmasında 6. ve 7. sınıfta öğrenim gören toplam 58 ortaokul öğrencisine 8 adet modelleme etkinliği uygulamıştır. Araştırma sonucunda

matematiksel modelleme etkinliklerinin matematik eğitimi değerlerinin gelişimine katkıda bulunduğu görülmüştür.

6. ve 7. sınıf öğrencilerinin bir bilim kampında yaşadıkları deneyimin model ve modellemeye yönelik görüşlerini ne biçimde değiştirdiğini inceleyen Metin ve Leblebicioğlu (2015) yaptıkları nitel çalışmada 6. ve 7. sınıfı tamamlayan 24 öğrenci ile araştırmalarını yürütmüştür. Çalışmanın verileri açık uçlu sorularla toplanmış ve bu veriler yorumlayıcı teknik ile değerlendirilmiştir. Matematiksel modelleme deneyimi yaşamayan öğrencilerin modellemeye yönelik görüşleri yetersiz iken süreç sonunda öğrencilerin bilime, bilimin doğasına, modellemeye ve bilimsel araştırmaya karşı olumlu yönde değişim gösterdikleri fark edilmiştir.

Erol (2015), matematiksel modelleme etkinliklerinin dokuzuncu sınıf öğrencilerinin matematiksel okuryazarlık ve inançları üzerindeki etkisini incelemek amacıyla deney ve kontrol grubu toplam 68 öğrenci ile matematiksel modelleme etkinlikleri kullanılarak uygulama yapmıştır. Çeşitli test, çalışma yaprağı, ölçekler ve günlükler ile araştırmanın verileri toplanmış, t-testi ve içerik analizi ile veriler çözümlenmiştir. Ulaşılan bulgular öğrencilerin, başlangıçta sahip oldukları becerileri ve inançları geliştirdikleri dolayısıyla matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin matematiksel okuryazarlık becerilerini ve matematiksel inançlarını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir.

Bakırcı (2016), ortaokul öğrencilerinin modelleme etkinlikleri ile PISA matematik başarıları arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yaptığı çalışmada karma araştırma modeli kullanmıştır. Bir devlet ortaokulunun 7.sınıf Seçmeli Matematik Uygulamaları dersinin iki şubesindeki toplam 44 öğrenci ile gerçekleştirilen araştırmada deney grubuna modelleme etkinlikleri kontrol grubuna ise ders kitabında bulunan ve öğretmenin kendi hazırladığı etkinlikler uygulanmıştır. Çalışmada veriler, PISA Matematik Başarı Testi, Matematiksel Modelleme Etkinlikleri ve yarı yapılandırılmış görüşmeler aracılığıyla toplanmıştır. Verilerin analizi sonucunda; PISA Matematik Başarı Testi başarısında her iki grupta da anlamlı düzeyde artış olduğu ancak kontrol grubuna göre deney grubunun başarı düzeyinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Kandemir (2011) modelleme aktivitelerinin lise 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin duyuşsal özelliklerine, problem çözme yeteneklerine ve teknoloji destekli matematik eğitime yönelik düşüncelerine etkisini araştırmış, çalışmasını deney grubu 37, kontrol grubu 37 olmak üzere toplamda 74 lise öğrencisi ile yürütmüştür. Karma araştırma deseni kullanılmış olan araştırmada nicel veriler için çeşitli ölçekler kullanılmıştır. Nitel veri toplama araçları ise ısınma problemleri, anket, video kayıtları, çalışma yaprakları ve öğrenci günlükleridir. Ulaşılan nitel veriler yerleşik teori yöntemiyle, nicel veriler SPSS programı ile

yorumlanmıştır. Çalışmada öğrencilerin kaygılarında, matematik dersine ve bilgisayar kullanımına karşı tutumlarında uygulama öncesi ve sonrasında farklılık yokken hesap makinesi kullanarak problem çözmeye ilişkin düşüncelerinde deney grubunun lehine anlamlı farklılık çıkmıştır.

Özturan-Sağırlı (2010) araştırmasında “matematiksel modelleme yönteminin 12. sınıf öğrencilerinin türev konusundaki genel türev başarılarına, matematiksel modelleme performanslarına ve öz-düzenleme becerilerine etkisi nedir”, “on ikinci sınıf öğrencilerinin türev konusunun işlenişinde kullanılan matematiksel modelleme yöntemi ile ilgili duygu ve düşünceleri nedir” şeklindeki sorulara cevap aramıştır. Birinci problemin örnekleme 37 12. sınıf öğrencisi iken ikinci problemin örnekleme on 12. sınıf öğrencisidir. Çeşitli testler ve ölçekler kullanılarak toplanan veriler Mann-Whitney U Testi ve içerik analizi ile değerlendirilmiştir. Ulaşılan sonuçlarda öğrenciler matematiksel modelleme problemlerini farklı bulmuşlardır ve bu problemlerde matematiksel modellemenin kullanılmasının kendilerinin düşünüp yorumlayabilme becerilerini geliştirdiğini ifade etmişlerdir.

Koylahisar (2012), origami kullanımı ile hem cebir ve geometri arasındaki ilişkiyi daha iyi görebilmek hem de cebirsel terimlerin öğrenci belleğinde daha net kurulmasına yardım edebilmek amacıyla çalışmasını sekizinci sınıf öğrencileri ile yürütmüştür. Araştırma bir eylem araştırması olup veri toplama araçları; açık uçlu sorular, origami görüş bildirime anketi ve günlüklerdir. Veriler betimsel analiz ile çözümlenmiş ve sonucunda, özdeşlikler konusunda kullanılmayan, kullanıldığında ise eksik bırakılan modellerin origami ile verilen ders sonrasında değişiklik gösterdiği ve öğrencilerin origami ile farklı bir bakış açısı geliştirdiği gözlenmiştir. Cebir öğretiminde matematiksel modellemenin işe koşulmasıyla öğrencilerin akademik durumunu ve matematiği gerçek dünya ile ilişkilendirme becerilerini incelemek amacıyla altıncı sınıfta öğrenim gören 65 öğrenci ile çalışmasını yürüten Sandalcı (2013); işlemler, mülakatlar ve çeşitli testler ile verilerini toplayarak t-testi ve betimsel analiz yöntemi ile değerlendirme yapmıştır. Karma desen ile yürütülen çalışmadan ulaşılan bulgulara göre modelleme yöntemiyle cebir öğretiminin yapıldığı grubun akademik başarısı ve matematiği gerçek dünya ile ilişkilendirme seviyeleri daha yüksek bulunmuş, öğrencilerin model oluşturmada güçlük çektiği fakat modelleme uygulamaları kullanıldıkça bu zorlukların indirgendiğinin farkına varılmıştır. Ayrıca bu öğrenciler matematiksel modelleme ile öğretim yapılan derslere karşı pozitif yönde tutum geliştirmiş, matematik ders başarısı düşük olan öğrencilerin de modelleme etkinliklerine katılmaları sağlanmıştır. Çelikkol (2016) matematiksel modelleme aktivitelerinin 7. sınıf öğrencilerinin cebir ile ilgili problemleri çözme başarılarına etkisini, etkinliklerinde ulaşılan modelleme evrelerini ve matematiksel

modelleyici tiplerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmasında eylem araştırması yöntemini kullanmıştır. Karma olarak gerçekleştirilen araştırmanın nitel boyutunda araştırmacı günlüğü, araştırmacı gözlemleri, öğrenci günlükleri ve yarı yapılandırılmış görüşmeler ile veriler toplanırken nicel boyutunda ön test ve son test olarak bir başarı testi uygulanmıştır. Sonuçta üzerinde çalışılan grubun matematiksel modelleme etkinlikleri kullanımı ile akademik başarılarının arttığı gözlenmiştir. Aynı zamanda öğrencilerin matematiksel modelleme evrelerini kullanmalarının da cebirsel problem çözme başarılarında etkisinin olduğu görülmüştür. Öğrencilerin farklı matematiksel modelleyici tiplerinde oldukları da belirlenmiştir. Görüldüğü üzere cebir ve modelleme ile ilgili her üç çalışmada da olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

İlkokul 4. sınıfta öğrenim gören öğrencilerin sayılar öğrenme alanı içerisinde zorlandıkları konularda modellemenin zorluk algısı ve başarı durumuna etkisini inceleyen Işık (2016) nicel çalışmasını iki aşamada gerçekleştirmiştir. Birinci aşama 207 öğrenci ile tarama modeli kullanılarak, ikinci aşama ise aynı dönemde toplam 61 öğrencinin bulunduğu denk iki sınıf ile çalışılarak ön test son test kontrol gruplu deneme modeli ile yürütülmüştür. Zorluk çekilen konular birinci aşamada tespit edilip, bu konularla ilgili matematiksel modelleme etkinlikleri ile müfredatta yer alan problemler ikinci aşamada kullanılarak başarı ve zorluk algısına etkileri karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak modelleme aktivitelerinin, klasik problemlere göre daha etkili olduğu, matematiğe karşı olumlu tutum geliştiği gözlemlenmiştir.

Muşlu (2016) çalışmasında matematiksel modelleme yöntemiyle 5. sınıf doğal sayılarda işlemler konusunun öğretiminin öğrenci başarısına etkisinin değerlendirilmesini amaçlamıştır. Çalışmanın örneklemi, Erzurum'da bulunan bir devlet ortaokulunun beşinci sınıfında öğrenim gören 44 öğrenciden oluşmaktadır. Nicel olarak yürütülen çalışmada ön test son test kontrol gruplu yarı deneysel model kullanılmıştır. Uygulama sürecinde, konunun öğretimi deney grubuna günlük hayat problemleri ile kontrol grubuna ise müfredatta bulunan problemlerle yapılmıştır. Elde edilen verilere göre, araştırma ders başarısı, hafızada kalıcılık, ilgi ve tutum açısından deney grubu lehine sonuçlanmıştır.

Üslü ifadeler ile ilgili araştırmalar.

Sastre ve Mullet (1998) öğrencilerin üslü ifadeler konusunda taban ve üs kavramına göre üslü ifadenin büyüklüğünü bulmayı amaçlamışlardır. Araştırmaya farklı sınıf seviyelerinden katılan 107 İspanyol lise öğrencisi küçük yaşlarda konuyu öğrenmeye başladıklarından üslü ifadelerle aşinalıklarının bulunduğunu belirtmişlerdir. Araştırmada öğrencilere sorulan sorularda üç sayı taban için, dört sayı da kuvvet için kullanılarak kombinasyon ile toplamda 12 farklı üslü ifade verilmiştir. Bu ifadelerin değerini tahmin

ederek kendilerine verilen ölçekte işaretlemeleri istenmiştir. 45 dakika süren araştırma sonucunda üslü ifadelerin büyüklüklerini belirleyip grafikleştirmede öğrencilerde gözlenen altı nitelik ortaya çıkmıştır. Bunlar; üç eğrinin de farklı olduğu, üç eğrinin de artan olduğu, kuvvetin etkisinin taban etkisinden fazla olduğu, üç eğrinin birbirinden uzaklaştığı, eğrilerin eşit mesafede olmadığı, üç eğrinin eğiminin pozitif olarak arttığı düşüncesidir. Ayrıca küçük yaş grubu öğrencilerin yalnızca ilk üç özelliği kullandığı, yaş grubu büyüdükçe üslü ifadelerin gerçek değerlerine daha yakın tahminde bulundukları görülmüştür. Bireysel cevaplar incelendiğinde ise yaş gruplarının etkili olduğu toplamsal model, çarpımsal model ve üssel model grupları oluşmuştur. Toplamsal model; taban ne kadar büyük olursa üslü ifade o kadar büyük olur ya da üs ne kadar büyük olursa sayının değeri doğrusal bir şekilde artar düşüncesidir. Çarpımsal model; Tabanın üslü ifadenin değerine etkisinin kuvvetin değeri ile orantılı olduğu düşüncesidir. Üssel modelde ise öğrenci grafiklerinin doğru olan grafiklere en benzer ve üslü ifade değerlerine en yakın tahmin yapıldığı görülmüştür.

Güney Kıbrıs'ta bulunan ortaokul öğrencilerinin üslü ifadeler konusundaki mevcut durumlarını tespit etmek, öğrencilerin üslü ifade kavramını anlama düzeylerini belirlemek ve bunları model kavramı ve yorumlamalarının etkisi çerçevesinde incelemeyi amaçlayan Pitta-Pantazi, Christou ve Zachariades (2007) devlet okulundan gelen 202 ortaokul öğrencisi ile çalışmışlardır. Veriler 20 yazılı sorusu ve yarı yapılandırılmış görüşme ile elde edilmiştir. Öğrencilere bilgisayar ve hesap makinesi kullanmadan soruları çözmeleri için toplamda 40 dakika süre verilmiştir. Her soruda öğrencilere büyük sayılardan oluşan bir çift üslü ifade verilerek karşılaştırmaları istenmiştir. Öğrencilerden ayrıca verdikleri cevapları, kullandıkları yol, yöntem ya da özelliği belirterek teyit etmeleri istenmiştir. Uygulanan yazılı ölçeğe göre öğrenciler düşük, orta ve yüksek başarı olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Uygulamadan bir hafta sonra ise her gruptan 10 kişi alınarak toplamda 30 kişi ile daha detaylı bilgi edinmek için mülakat yapılmıştır. Sonuç olarak her gruptaki öğrencinin verdiği cevaplar incelenerek üslü ifadeler anlama düzeyi modeli önerilmiştir. Modele göre öğrenciler üç seviyeye ayrılmıştır. 1. düzeydeki öğrenciler ön kavramsal düzeyde olup, tekrarlı çarpımları pozitif tam sayılarla yapmaktadır. 2. düzeydeki öğrenciler kavramsal düzeyde olup, negatif sayılarla da işlem yapılabilmektedir. 3. düzeydeki öğrencilerin ise rasyonel sayıları da konuya dahil edebildiği, konuyu anlama seviyelerinin köklü sayılara kadar genişleyebildiği görülmektedir. Yurt dışındaki çalışmaya benzer bir çalışma yurt içinde de Avcu (2010) tarafından yapılmış ve aynı bulgular elde edilmiştir. 8. Sınıf öğrencilerinin üslü ifadeler konusundaki zihinsel hesaplama yeteneklerini incelemeyi ve öğrencilerin başarısına üslü ifadelerin farklı prototip örneklerinin etkisini değerlendirmeyi amaçlayan Avcu (2010), çalışmasını Aydın ilinde bulunan iki farklı ilköğretim okulunda öğrenim gören 159, 8. sınıf öğrencisi ile çalışmıştır.

Rastgele seçilen bu gruba 20 açık uçlu sorudan oluşan başarı testi uygulanmıştır. Sorularda hesaplama yapmanın çok zor olacağı büyük sayılar kullanılmıştır. Böylelikle öğrencilerin hesaplama yapmaktan öte üslü ifade ile ilgili özellikleri kullanarak soruyu çözmeleri istenmiştir. Veriler analiz edildiğinde, sorularda taban ve üste doğal sayı kullanıldığı zaman çözümlemede başarılı oldukları görülmüştür. Bu test sorularındaki yüksek başarının öğretmenlerin klasik örneklerle konuyu izah etmesinden kaynaklanmış olabilir. Tabanın ondalık sayı, üssün doğal sayı kullanıldığı ya da tabanın veya kuvvetin negatif olduğu sorularda öğrenciler üslü ifadeleri karşılaştırmada zorlanmışlardır. Ulaşılan sonuçlar öğrencilerin üslü ifadeleri karşılaştırma düzeylerinin taban ve kuvvetteki sayı kümelerine göre değiştiğini göstermektedir.

8. sınıf öğrencilerinin üslü ifadeler konusuyla ilgili sayı duyularının sayı duyusu bileşenleri açısından incelenmesini amaçlayan İymen (2012), çalışmanın pilot uygulamasını Denizli’de bir devlet okulunda öğrenim gören üç 8. sınıf öğrencisi ile yapmıştır. Gerçek uygulamayı ise aynı devlet okulunda bulunan yirmi 8. sınıf öğrencisi ile yürütmüştür. Mülakat yapılacak öğrencileri seçmek için Pitta-Pantazi, Christou ve Zachariades (2007) tarafından tasarlanan üslü ifadeleri kıyaslama testinden yararlanılmıştır. Araştırmadan elde edilen verilere göre 8. sınıf öğrencilerinin üslü ifadeler konusuna ilişkin sorularda sayı duyularından istenilen düzeyde faydalanamadıkları görülmüştür. Öğrenciler kısa süren ve pratik olan yolların yerine uzun işlemleri tercih etmişlerdir. Sayı duyusu kullanımını belirleyen önemli etkenin soru yapısı olduğu ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak sayı duyusu bileşenine ilişkin işlemlerin etkisini idrak etmede yetersizliklerin olduğu tespit edilmiştir. İlgili konuya yönelik çalışma yapan Bayram (2013) araştırmasında, ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin üslü ifadelere yönelik sayı duyuları ve başarıları arasındaki ilişki düzeyinin belirlenmesini amacıyla bir devlet okulunda öğrenim gören 48 8. sınıf öğrencisi ile çalışmıştır. Çalışmanın verileri, araştırmacı tarafından tasarlanan “Üslü ifadelere yönelik başarı testi” ve İymen (2012) tarafından hazırlanan “Üslü ifadelere yönelik sayı duyusu ölçeği” ile toplanmıştır. Elde edilen bulgular sonucunda, öğrencilerin üslü ifadeler konusunda başarı durumlarının orta düzeyde olduğu, ayrıca sorularında sayı duyusu kullanımlarının da düşük seviyede kaldığı görülmüştür. Bunlara ek olarak sayı duyusu ile üslü ifadeler başarısının kendi içerisinde ilişki düzeyinin yüksek olduğu gözlenmiştir.

Cebir öğretiminde üslü ve köklü ifadelerdeki kavram yanlışlarının tespiti üzerine çalışma yapan Orhun (1998), 8. ve 9. sınıf öğrencilerinin aritmetik işlemlerde, üslü ve köklü ifadelerde ve cebirsel ifadeleri sadeleştirmede yaptıkları aynı hataları saptamak ve bazı cebirsel kuralların uygulama aşamasındaki yetilerini açığa çıkarma amacıyla sosyo-ekonomik

düzeyleri farklı okullardan 249 öğrenciye, 10 tane açık uçlu işlem sorusu yöneltmiş ve verilen cevapları değerlendirmiştir. Öğrencilerin yanıtlardan aşağıdaki sonuçlar çıkarılmıştır:

- Öğrencilerin bir sayının negatifinin karesi ile bu sayının karesinin negatifini ayırtmada zorlandıkları görülmüştür.
- Her zaman pozitif sayıların kareköklerinin tanımlı olduğu ve x sayısı negatifse $\sqrt{x^2} = x$ in yanlış olduğu pek çok öğrenci tarafından fark edilmemiştir.
- Karekök almanın toplama işlemi üzerine dağılma özelliğinin olmadığını, birçok öğrenci bilmemektedir.

Benzer bir araştırmayı farklı sınıf düzeyinde çalışan Crider (1998) ön lisans öğrencilerinin üslü ifadeler konusundaki yaşadığı zorlukları ve yapılan hataları belirlemek amacıyla çalışmasında birçok yanlış algı saptamıştır. Öğrenciler, üslü şekilde verilen sayıları sayı doğrusunda konumlandıramamış, bir sayının sıfırcı kuvvetini anlamlandıramamış ve çoğunluğu bir tamsayının sıfırcı kuvvetinin kendisine eşit olduğunu ifade etmiş, $(-a)^n$ ile $-a^n$ ifadelerinin aynı olduğunu belirterek parantezin işlevini anlayamamış ve negatif kuvvetli üslü ifadelerle alakalı pek çok yanlış yapmışlardır. Bazısı taban üs kavramını tanımlayamadığı için sayının üssünde bulunan eksi işaretini tabanda olarak algılamış, bazısı ise negatif üslü ifadenin değerini bulurken üssü pozitifmiş gibi hareket ederek buldukları sayının başınaeksiyi koymuşlardır. Negatif kuvvet ile ilgili gerçekleştirilen yanlışlardan birisi de üs pozitif olduğu zaman tabanı çarpan öğrencilerin üs negatif olduğunda bölme yapmalarıdır. Bir kısım öğrenciler ise negatif üslü tamsayının kuvvetindekieksiyi kaldırıp üssün çarpmaya göre tersini almışlardır. Bazı öğrenciler negatif üslü bir tam sayıyı $3^{-2} = 0,03$ şeklinde ondalık gösterim olarak düşünmüşlerdir. Ayrıca öğrencilerin n^x ve x^n ifadelerini ayırtamadıkları, bir sayının üssünün üssünü hesap ederken kuvvetleri topladıkları, üslü ifadenin üssünün üssünü bulurken her iki kuvvetin negatif olması durumunun zorluk yaşattığı, çarpım durumundaki üslü ifadelerde hem taban hem de kuvvetteki sayıları çarptıkları, tabanları aynı olan üslü ifadelerde toplama işlemi yaparken kuvvetleri de topladıkları gözlemlenmiştir (Akt., Duatepe Paksu, 2008).

Üslü ve köklü ifadelerle ilgili kavram yanlışlarını ve yapılan yanlışları açığa çıkarmayı ve konunun akılda kalıcılık düzeyini artırmayı hedefleyen Şenay (2002), tarama deseninde olan araştırmasının verilerini 20 sorudan oluşan teşhis testi ile toplamıştır. 40 dakika verilen test sonrası bazı öğrencilerle mülakat da yapılmıştır. Ulaşılan bulgular sonucunda; kuvvetleri aynı olan üslü ifade kuralları ile tabanları aynı olan üslü ifade kurallarını ezber yaptıkları için karıştırdıkları, negatif üssü idrak etmede güçlük yaşadıkları, üssün üssünü alamadıkları, çarpma ve bölmede sorun yaşadıkları, negatif sayının yer verildiği

hemen hemen her durumda zorluk çektikleri gözlenmiştir. Sorunları giderebilmek için konu ile ilgili temel kavramların iyi öğretilmesi gerektiği, kısacası konunun mantığının kavratılması gerektiği şeklinde önerilerde bulunulmuştur. Kavram yanlışları üzerine çalışan Cengiz (2006), gerçek sayıların öğretiminde lise öğrencilerinin kavram yanlışlarını ve yanlışlarını belirlemek amacıyla rasyonel sayılar, üslü ve köklü ifadelerde yaşanan yanlışları araştırmıştır. Durum çalışması olan bu araştırmada örneklem, iki farklı liseden 163, 9. sınıf öğrencisinden oluşmuştur. Kavram yanlışlarını tespit etmek için kazanımlara uygun olarak hazırlanan bilgi testleri (üslü ifadeler, köklü ifadeler, rasyonel sayılar) öğrencilere uygulanmıştır. Verilerin analizi sonucunda; sıfırcı kuvvetin sıfıra ya da kendisine eşit olduğunu düşünme, üslü ifadenin değerini bulurken tabanla üssü çarpma, tabanı negatif olan sayının tüm üslerinin negatif çıktığını düşünme, çarpma işleminde tabanı ve kuvveti ayrı ayrı çarpma, bölme işleminde taban ve kuvveti ayrı ayrı bölme, negatif kuvvet alınırken tabanın işaretini eksi yapma vb. kavram yanlışlarının olduğu görülmüştür. Bu kavram yanlışlarını ortadan kaldırmak için kuralları öğrencilere ezberletmektense, bunun yerine kendi kendilerine kural oluşturmaları, konuyu keşfetmelerinin sağlanması gerekmektedir. Ayrıca öğrenciler tarafından sık yapılan yanlışlarla alakalı örnek soru çözümü yapıldığında kuralların doğru ve yanlış uygulandığındaki farklılıkların görülerek hataların azalacağı düşünülmektedir. Duatepe Paksu (2008) tarafından üslü ve köklü ifadeler ile ilgili alanyazındaki çalışmalarda karşılaşılan güçlükler derlenmiş ve bu güçlüklerin ortadan kaldırılması için çözüm önerilerinin sunulduğu bir çalışma yapılmıştır. Bunların yanı sıra ilköğretim ve ortaöğretim matematik ders programlarında üslü ve köklü ifadelerin veriliş biçimi incelenmiştir. Araştırmacı tarafından üslü ifadelere ilişkin alanyazında belirtilen güçlükler; üslü ifadenin değerini bulamama, sıfırcı kuvvetin anlamını idrak edememe, $(-a)^n$ ile $-a^n$ ifadelerinin aynı olduğunu düşünme, negatif üssü anlayamama, n^x ve x^n ifadelerini ayırtamama, kuvveti çift olan bir sayının değerinin her zaman pozitif olduğunun farkında olamama, üslü ifadenin üssünün değerini bulurken zorlanma, toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemlerinde karşılaşılan zorluklar ve negatif üslü ifadelerle işlemlerde karşılaşılan güçlükler olarak belirlenmiştir. Üslü ifadelerde hazırlanacak etkinliklerin işlemsel bilgi ile birlikte kavramsal bilgiyi de sorgulayacak şekilde olması gerektiği belirtilmiştir. Üslü ifadelere ilişkin kuralları hazır olarak vermek yerine kurallara ve formüllere kendisinin ulaştığı etkinliklere yer verilmesi gerektiğinin üzerinde durulmuştur. Ayrıca konu öğretimi sırasında sık sık açık uçlu soruları içeren değerlendirmelerle yanlışların ve güçlüklerin belirlenmesi ve ek etkinlikler ile bu yanlışların giderilmesi gerektiği ifade edilmiştir. Çalışmada öğretim sırasında üslü ifadeler ile ilgili konuşma, tartışma, yazma ve dinleme gibi becerilerin kullanıldığı etkinliklere yer verilmesinin kavram yanlışlarını tespit etmede yardımcı olacağı belirtilmiştir. İlköğretim

matematik ders programında bir sayının negatif ve 0. kuvvetini kendisinin keşfetmesine olanak tanındığı, kuvveti çift olan bir sayının değerinin her zaman pozitif olduğunun farkında olamama yanılığını gidermek için gerekli vurgunun yapıldığı ve üslü ifadeler ile çarpma ve bölme kurallarını keşfetmelerine yönelik etkinliklerin yer aldığı görülmüştür. Ancak ondalık sayılar ve rasyonel sayıların kuvvetlerinin bulunması ile ilgili yeterli sayıda örnek ve etkinliğe yer verilmediği gözlenmiştir. Üslü ifadelerle yapılan araştırmalar incelendiğinde genelinin kavram yanılgıları çalışmaları olduğu ve benzer bulguların elde edildiği görülmüştür. Bu sebeple üslü ifadeler konusunda yapılan çalışmaların yetersiz sayıda olması bu konuyla ilgili yapılan araştırmaları değerli kılmaktadır. Ayrıca yapılan çalışmanın sorun tespiti ve çözüm içerikli olması araştırmanın bundan sonraki yapılacak ilgili çalışmalara yardımcı olabileceği ve gelecek senelerde bu konuda bulunan eksikliklerin ortadan kaldırılmasına katkıda bulunabileceği düşünülmektedir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Yöntem

Bu bölümde araştırma modeline, katılımcılara, veri toplama araçlarına, verilerin analizine, uygulama sürecine ve geçerlik güvenirliğe yer verilmiştir.

Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada kullanılan araştırma deseni eylem araştırmasıdır. Alanyazında eylem araştırmasının çok farklı tanımları mevcuttur. Çoğu zaman çalışma grubunun kendi problemlerini kendilerinin tanımlaması, çözmesi ve durumlarını geliştirmesini hedefleyen ve diğer çalışanlarla birlikte yapılan araştırma çeşidine eylem araştırması denir (Greenwood & Levin, 2007). Eylem araştırması bir topluluğun bir problemi tanımlaması, açıklaması, problemi çözmek için uğraş göstermesi, gayretleri ile ne kadar başarılı olduğunu görmesi, eğer sonuçtan memnun kalınmazsa tekrar denemesi kısacası, yaparak ve yaşayarak öğrenmesidir (O'Brien, 2003; Akt., Aksoy, 2003). Uzman araştırmacıların liderliğinde, uygulama yaptıranların ve katılımcıların da bir araya gelmesiyle, var olan uygulamanın eleştirel bir gözle değerlendirmesini yaparak, durumu daha iyi hale getirebilmek için alınması gereken tedbirleri belirlemeyi amaçlayan çalışmalar eylem araştırmasıdır (Karasar, 1999, s.27). Eylem araştırması, sınıf ortamında yaşadığımız problemlerin çözümlenmesi amacıyla bilimsel metotların uygulanması sürecini içermektedir (Gay, 1987; Neumann, 2006). Genel olarak bakıldığında, tanımlamaların uygulamayı iyileştirme üzerinde durdukları görülmektedir.

Eylem araştırmasının çıkış noktası, iyileştirilmesi ya da çözülmesi gereken bir sorunun veya değişim isteyen bir durumun tespiti ve buna yönelik bir eylem planının hazırlanmasıdır. Bazı araştırmacılar Cunningham (2008)'ın eylem araştırması sürecini değerlendirme ile başlatmaktadır. Aslında inceleme yapıldığında plan yapma ve değerlendirme aşamalarının iç içe geçtiği söylenebilir. Çünkü bir problemin tespit edilmesi ve eylem planının hazırlanması için bu konu hakkında detaylı bir çalışma, yorumlama ve değerlendirme gerekmektedir (Öztürk, 2012). Daha sonra ise planlanan eylem uygulanır ve sonraki aşamalar gerçekleşerek döngü devam eder.

Döngüsellik eylem araştırmalarının önemli özellikleri arasında yer almasına rağmen planlanan sürecin çok katı kurallarla takip edilmesi zorunluluğu yoktur. Çalışma ilerledikçe duruma göre hedefler, araştırma soruları vs. değişebilir. Ayrıca Norton (2009)'un belirttiği gibi döngüsel süreç, her eylem araştirmasında olmazsa olmaz bir yol değildir.

Uygulama yaptıran öğretmen araştırma rolünü de benimseyerek sürece etkin katılım sağlaması eylem araştırmalarının belirgin özelliklerinden birisidir (Kızılay, 2014). Eylem araştırmalarının diğer araştırma metotlarından farklı kılan yanı, uygulayıcıların araştırma sürecine aktif katılımı ve katılımcıları araştırmacı sorgulayıcı bir kişilik oluştırmaya yönlendirmesidir.

Eylem araştirmasında bir problemin çözümüne ya da çalışma grubunun gelişimine ilişkin hazırlanan eylem ile bilimsel çalışma iç içe geçmiş bir şekilde bir arada gerçekleşir (Somekh, 2006). Klasik uygulamalı araştırmalarda bilimsel araştırma ile uygulama evreleri genellikle birbirinden farklıdır. Eylem araştirmasında ise teorik bilgi ve uygulama bilgisi birlikte kullanılır. Tomal (2003)'a göre eylem araştirmasının çıkış noktası gerçek yaşamda karşılaştığımız problemlerdir (Akt., Çelikkol, 2016). Klasik araştırma metotlarında önce çalışma konusuyla ilgili hipotezler oluştırulur, eylem araştirmasında ise öncelik iyileştirilecek geliştirilecek ve değiştirilecek bir durumun tespit edilmesidir. Daha sonra ise duruma yönelik hazırlanan eylem planı ile verileri toplanır, verilerin analizi ve elde edilen bulguların değerlendirilmesi ile araştırma sonuçlanır.

Katılımcılar, problemin belirlenmesinden verilerin analizine kadar çalışmanın hemen hemen tüm aşamalarında etkin görev alırlar. Bu nedenle, diğer araştırma yöntemlerine kıyasla eylem araştirmasında katılımcılar daha önemli pozisyonudadır. Grundy ve Kemmis (1988)'e göre eylem araştırmalarında, çalışma grubu ile araştırmacı arasındaki ilişki aşamalı değil simetrik olmalı ve işbirlikli katılım ve çalışma ortamı oluşturulmalıdır (Akt., Zuber-Skerritt, 2005).

Eğitimcilerin kendi uygulamaları üzerinde sistemli ve kapsamlı düşünme imkânı sağlayan eylem araştirması, araştırmacı ve araştırma grubu için yenilenme ve iyileştirmenin yanında aynı zamanda bir öğrenme sürecidir (Penney & Leggett, 2005). Eğitim öğretimde eylem araştırmalarının kullanılmasını ilk olarak tavsiye eden, öğrenme sürecinde deneme ve araştırma yapmanın önemi üzerinde duran Dewey (1933) öğrencilerin daha iyi anlamalarını sağlayan yaklaşımların ve uygulamaların bu yöntemle keşfedilebileceği ve paylaşılabileceğini belirtmiştir (Kızılay, 2014). Hopkins (1993) ise eylem araştırmalarını, kendi uygulama süreçlerindeki problemlerin varlığını tespit eden ve bu problemlerin çözümü için adım atmak isteyen eğitimcilere tavsiye etmektedir (Şimşek & Yıldırım, 2011). Günümüzde de eylem

araştırması eğitim alanında yaygın bir biçimde kullanılmaya başlamıştır. Çünkü eylem araştırması; eğitimcilerin mesleki gelişimine katkıda bulunması, yeni ve farklı eğitim model faaliyetlerin denenmesine açık olması ve uygulamalı çalışmalar için alanyazın sağlaması açısından önem arz etmektedir (Öztürk, 2012). Ayrıca eğitim alanında eylem araştırmalarının tercih edilmesindeki başka bir önemli faktör ise araştırmanın değişim odaklı ve sistematik öğrenme süreci olmasıdır. Öğretmenlerin, öğretim elemanlarının mesleki gelişimlerine katkıda bulunulması, eğitim ortamında karşılaştığımız problemlerin çözümü, yeni öğretim metotlarının geliştirilmesi, müfredattaki değişimler gibi konularda eylem araştırmaları tercih edilebilir. Eylem araştırması ilk, orta ve yükseköğretimde kısacası tüm eğitim seviyelerinde rahatlıkla uygulanabilir. Birçok araştırma (Örn; Norton, 2009; Paisey & Paisey, 2005; Zuber-Skerritt, 1993) eylem araştırmasının üniversite seviyesinde eğitimin niteliğinin artırılması ve öğretim elemanlarının mesleki gelişimleri için uygun bir yöntem olduğunu açığa çıkarmıştır. Eylem araştırması problem çözmeye ilişkin ve süreklilik ibraz eden bir süreçtir (Ekiz, 2003; Neumann, 2006; Punch, 2005). Eylem araştırmasının amacı, problem durumunda iyileştirme için gelişim ve değişimin sağlanması ve bu sürecin değerlendirilmesidir. Eylem araştırmalarında süreç farklı biçimlerde gösterilebilmektedir. Sosyal psikoloji alanı üzerine çalışan Lewin (1948) eylem araştırması sürecini; plan yapma, uygulama, gözlem ve yansıtmadan oluşan döngüden oluşan bir süreç olarak tanımlamıştır (Anagün, 2008). Eylem araştırması döngüsel olarak Şekil 8’de verilmiştir.



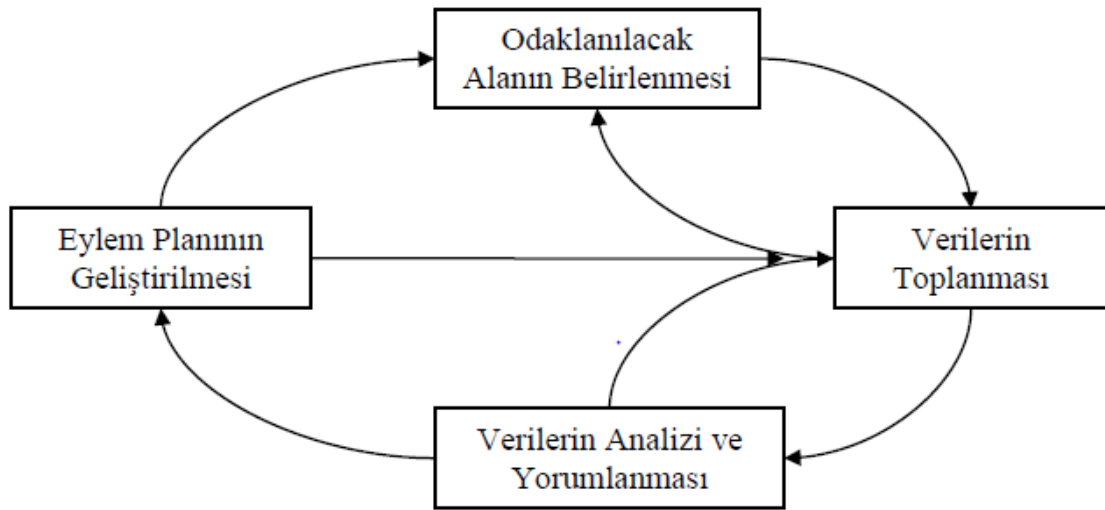
Şekil 8. Eylem araştırması döngüsü.

Bu süreci Yıldırım ve Şimşek (2011) problemi tespit etme, verileri toplama, verileri analiz etme, eylem planı oluşturma, eylemi gerçekleştirme ve yeni bir eyleme karar verme olarak ifade ederken, Johnson (2005) eylem araştırmasını dokuz aşamada açıklamaktadır:

1. Problem veya çalışma konusunun tanımlanması
2. Problem veya çalışma konusunun kavramsal açıdan incelenmesi

3. Veri toplama süreci üzerinde plan yapılması
4. Verilerin toplanıp ve analize başlanması
5. Verilerin toplanması sürecinde gerekirse araştırma sorusunun değiştirilmesi
6. Verilerin analiz edilmesi ve düzenlenmesi
7. Verilerin rapor edilmesi
8. Sonuç ve önerilerin oluşturulması
9. Eylem planı hazırlanması

Mills (2003, s. 19) ise eylem araştırması döngüsünü Şekil 9'daki gibi dört aşamada belirtmektedir.



Şekil 9. Eylem araştırmasının diyalektik döngüsü.

Köklü (1993)'nın, Cohen ve Manion (1989, s.231-232)'dan alıntılıdığı eylem araştırmasının aşamaları şu şekildedir;

1. Hali hazırda var olan öğretim durumunda kritik bir problem tanımlanır.
2. İkinci aşamada problemin çözümü için öğretmen, araştırmacı ve danışmanlar arasında müzakere yapılır. Problem danışman kapasitesine sahip araştırmacılar tarafından odak noktası haline getirilmeye, geçici faktörler tayin edilmeye veya mevcut olanların yerine alternatif getirilmesine çalışılır.
3. Karşılaştırılabilir çalışmalardan, amaçlardan, yöntemlerden ve karşılaşılan problemlerden yararlanabilmek amacıyla alanyazın incelemesi yapılır.
4. Birinci aşamada verilen problem cümlesinin yeniden tanımlanması ve değiştirilmesini gerektirir. Burada test edilebilir hipotezi veya amaçlar seti ortaya çıkabilir. Burada plan ile ilgili belli varsayımlar yapılır.

5. Çalışmada yöntemin seçilmesi ile ilgili olan aşamadır. Örneklem, uygulamalar, öğrenme ve öğretmen materyallerinin, metotlarının belirlenmesi kaynakların tahsisi gibi konular ele alınır.
6. Kullanılacak değerlendirme yönteminin seçilmesi ile ilgili olan aşamadır.
7. Planın uygulanma aşamasıdır. Veri toplama metotlarını ve veri analizini içermektedir.
8. Son aşamada verilerin yorumlanması ve sonuç çıkarma ile planın değerlendirilmesini içerir. Daha önceki değerlendirme kriterleri ve bulgular tartışılarak çıktılar incelenir ve önerilerde bulunulur.

Aksoy (2003)'un Beverly (1993)'den aktardığına göre eylem araştırması bir topluluk ya da birey tarafından yürütülen çözüm odaklı çalışmalardır ve geliştirilmek, iyileştirilmek veya değiştirilmek istenen durumlarla ilgili verilerin toplanması ve analizi sürecinde nicel ve nitel çeşitli teknik ve metotlar tercih edilebilmektedir. Elde edilen sonuçlar ispat gerektirmediği ve genelleme amacı gütmeyeceği için eylem araştırmalarının nitel çalışma olduğu söylenebilir.

Hendricks (2006), eylem araştırmasını; iş birliğine dayalı, eleştirel, sınıf içi ve katılımcı olmak üzere dörde ayırmaktadır (Baştürk, 2014). Bu çalışmada da öğretmenlerin sınıf ortamında kendi öğretim uygulamalarını geliştirmelerini sağlamak amaçlandığı için sınıf içi eylem araştırması kullanılmıştır. Öğretmenlerin karşılaştıkları problemler karşısında çözüm arama çabası etkili bir öğretim için oldukça önemlidir. Her öğretmen kendi sınıfında farklı bir durumla karşı karşıyadır. Bu sorunlara tek tip çözümün uygun olabileceğini düşünmek imkansızdır. Bu nedenle araştırmacı olarak kendi sınıf ortamında gördüğüm problemleri çözmek, öğretim uygulamalarını geliştirmek ve iyileştirmek amacıyla eylem araştırmasının gereği olarak gerçek sınıf durumunu çalışmak istedim.

Araştırmada üslû ifadeler problem durumunun tanımlanmasının ardından durumun tespitine yönelik yapılan alanyazın taraması, 2016 yılı TEOG sınav analizi ve kazanımlara göre hazırlanan bilgi testi ile veriler toplanmıştır. Elde edilen veriler yorumlanarak sorunlar saptanmış ve amaca yönelik hazırlanan bir eylem planı ile bu eksikliğin giderilmesi hedeflenmiştir. Öncelikle daha önceden konu ile ilgili bilgi sahibi olan öğrencilere üslû ifadeler bilgi testi ön test olarak uygulanmış, daha sonra konu matematiksel modelleme etkinlikleri kullanılarak işlenmiştir. Konunun öğretiminin tamamlanmasının ardından son test uygulanmış ve istenen başarıya ulaşılarak ikinci bir plana ihtiyaç duyulmamış ve eylem planı burada sonlandırılmıştır. İki ay kadar süre aşımı sonrası kalıcılık testi olarak tekrar üslû

ifadeler bilgi testi uygulanmış ve orada da kalıcılığın sağlandığı görülmüştür. Eylem araştırması aşamaları bu şekilde tamamlanmıştır.

Çalışma Grubu

Araştırmanın katılımcıları, 2017-2018 eğitim öğretim yılı, Kayseri ilinde bulunan sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel şartlar bakımından orta düzey bir devlet okulunun 8. sınıfında öğrenim gören 15 erkek 10 kız olmak üzere toplamda 25 öğrenciden oluşmaktadır. 2017-2018 eğitim öğretim yılının birinci döneminde gerçekleştirilen çalışmada, problemi belirlemek amacıyla üslü ifadeler bilgi testi konu hakkında daha önceden bilgi sahibi olan 49, 8. sınıf öğrencisine pilot olarak uygulanmıştır. Bilgi testi sonuçları, 2016 yılı TEOG sınavında çıkan üslü ifadeler sorularının analizi, konu ile ilgili derste yaşanan sıkıntılar ve alanyazın incelenerek matematiksel modelleme etkinlikleri oluşturulmuş ve rastgele seçilen 25 kişilik şubeye uygulama yapılmıştır.

Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada kullanılan ölçme araçları; araştırmacı tarafından hazırlanan üslü ifadeler bilgi testi, öğrenci görüş formu ve araştırmacı günlüğünden oluşmaktadır.

Üslü ifadeler bilgi testi.

Bilgi testi öğretim programında verilen her bir kazanıma uygun alt soru başlıklarına sahip açık uçlu dört adet sorudan oluşmaktadır. Üslü ifadelerle ilgili kazanımlar doğrultusunda oluşturulan ve temel kavramları içeren bilgi testinin çözüm süresi bir ders saati (40 dk) olarak hesaplanmış ve ön test son test ve kalıcılık testi olmak üzere öğrencilere üç kez uygulanmıştır.

Kapsam geçerliliği için bir öğretim üyesi ve üç matematik öğretmeninden oluşan uzmanların görüşlerine sunulmuş, öneriler doğrultusunda bilgi testine son şekli verilmiştir. Hazırlanan testte bulunan maddelerin ayırt edicilik ve güçlük indeksleri hesap edilerek bazı maddeler çıkarılmış ve ortalama güçlük 0,403, ayırt edicilik 0,717 olarak hesaplanmıştır. Testin güvenirlik katsayısı (Kuder-Richardson 20) ise 0,947 bulunarak güvenirlik K20 ile doğrulanmıştır.

Öğrenci görüş formu.

Kullanılan bir diğer veri toplama aracı ise öğrenci görüş formudur. Araştırma için hazırlanan bu formda öğrencilerin matematik dersi, matematiksel modelleme etkinlikleri, matematiğin günlük hayatla ilişkisi, derse olan ilgileri hakkındaki fikirlerini öğrenebilmek

amaçlanmıştır. İlgili alanyazın taramasına bağlı olarak Sandalcı (2013)'nın çalışmasında kullandığı sorularından faydalanılarak geliştirilen sorular çalışma grubunun daha rahat şekilde düşüncelerini belirtmesi için açık uçlu beş sorudan oluşmaktadır. Ayrıca görüş formunda sınırlılık olarak görülen sorulara öğretmenlerinin istedikleri cevapları verme olasılıklarını düşünerek öğrenci görüş formuna isim yazdırılmamış, daha açık ve net cevap vermeleri için ortam sağlanarak tedbir alınmıştır.

Araştırmacı günlüğü.

Araştırmacının uygulama sürecinde tuttuğu notlar çalışma ile ilgili ele alınan amaç, önem, yöntem ve araştırmacının görüşleri araştırma günlüklerini oluşturmaktadır. Özellikle söz konusu eylem araştırması olduğunda problemin tespit edilmesi, problemin ele alınış şekli, problemin çözümü için araştırmacı ve katılımcılar tarafından geliştirilen düşüncelerin alanyazındaki benzer problemler çerçevesinde gözden geçirilmesi ve eylem planının oluşturulması ile uygulanması basamakları büyük önem teşkil ettiği için araştırmacı notları da oldukça önemlidir. Bu eylem planının uygulanmasındaki fark edilen eksiklikler ve hataların araştırmacı tarafından not edilmesi ve üzerinden geçilmesi gerekmektedir. Bu araştırmada uygulama sürecinin başında etkinlikleri anlamakta güçlük çeken öğrencilerin aktiviteler ilerledikçe problemleri anlama ve çözümleme sürelerinin kısaldığı, etkinlikleri daha çabuk kavradıkları görülmüştür. Aynı zamanda süreç ilerledikçe problemleri çözmeye başlayan öğrencilerin motivasyonunda olumlu yönde gelişim sağlanmıştır. Bunların yanı sıra not düşülen diğer bir husus ise ders saatlerinin yetersizliğidir. Matematiksel modelleme etkinliklerinin daha rahat uygulanması ve matematiksel modellemeden daha çok verim alınabilmesi adına ders saatlerinin artması gerektiği düşünülmektedir.

Veri Analizi

Bu araştırmada hem nicel hem de nitel veriler elde edilmiştir. Öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliklerine ve öğrenci görüş formunda sorulan sorulara verdiği cevaplar araştırmacı tarafından değerlendirilmiştir. Çalışmanın nicel kısmında ön test son test ve kalıcılık testi olmak üzere üç kez uygulanan üslü ifadeler bilgi testinin analizinde dağılımın normal olup olmadığını araştırmak için grafikler ve çarpıklık katsayısı kullanılmış, daha sonra parametrik testlerden bağımlı grup T testinden yararlanılmış ve etki büyüklüğü hesap edilmiştir. Nitel kısmında ise içerik analiz yöntemi kullanılmıştır. Öğrencilerin matematiksel modelleme ve ders hakkındaki görüşleri içerik analiz yöntemi ile karşılaştırılmış, kategorilere ayrılmış nitel olarak yorumlanmıştır. İçerik analizi, benzer verileri belirli kavram ve temalar

çatısı altında birleştirmek ve bunları okuyucunun anlayacağı bir biçimde düzenleyerek yorumlamak ve değerlendirmek olarak tanımlanmıştır (Yıldırım & Şimşek, 2011).

Uygulama

Pilot çalışmada problemi belirlemek amacıyla üslü ifadeler bilgi testi konu hakkında daha önceden bilgi sahibi olan 49, 8. sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Bilgi testi sonuçları incelenerek madde analizi yapılmış, uzman görüşü alınmış ve teste son hali verilerek rastgele seçilen 25 kişilik şubeye ön bilgi testi uygulanmıştır. 2016 yılı TEOG sınavında çıkan üslü ifadeler sorularının analizi, konu ile ilgili derste yaşanan sıkıntılar ve alanyazın incelenerek ön test ışığında matematiksel modelleme etkinlikleri oluşturulmuştur. 8. sınıf ‘Tam sayıların, tam sayı kuvvetlerini hesaplar’, ‘Sayıların ondalık gösterimlerini 10’un tam sayı kuvvetlerini kullanarak çözümler’, ‘Üslü ifadelerle ilgili temel kuralları anlar, birbirine denk ifadeler oluşturur’, ‘Verilen bir sayıyı 10’un farklı tam sayı kuvvetlerini kullanarak ifade eder’ ve ‘Çok büyük ve çok küçük sayıları bilimsel gösterimle ifade eder ve karşılaştırır’ kazanımları ile ilgili matematiksel modelleme etkinlikleri seçilen şubenin öğrencilerine uygulanmıştır. Her bir etkinlik bir ders saati boyunca yürütülmüştür. Dört etkinlik ev ödevi olmak üzere toplamda on etkinlik kullanılmıştır. Öğrencilerin zorluk çektiği üslü ifade problemlerinin çözümünde matematiksel modelleme etkinliklerinin etkisini belirlemek için öğrencilerin problemlerdeki düşünceleri ve çözüm yolları her etkinlikte incelenmiştir. Matematiksel modelleme etkinlikleri, araştırmacı tarafından matematiksel modelleme yaklaşımı temel alınarak hazırlanmış ya da uyarlanmıştır. Her uygulama bir haftada ortalama iki saatlik ders kapsamında ele alınmıştır. Öncelikli olarak konuya aşina olan öğrencilere her bir etkinlik için problemin zorluk derecesine göre 10-25 dakika aralığında süre verilmiştir. Öğrencilerin çözümünün ardından kağıtlar toplanarak araştırmacı tarafından öğrencilerle soru cevap eşliğinde onların çözüme ulaşması, kuralları oluşturması, konunun mantığının kavranması ve üslü ifadeleri keşfetmesi amaçlanmıştır. Daha sonra ise etkinliğin bağlı olduğu kazanımla ilgili örnek sorular çözülerek kurallar sınıf ile birlikte oluşturulmuştur. Uygulama toplamda üç haftada tamamlanmıştır. Konu bitirdikten hemen sonra bilgi testi son test olarak tekrar uygulanmıştır ve öğrencilerle yapılan etkinlikler hakkında öğrenci görüşleri form aracılığıyla alınmıştır. Süre aşımı sonrası yaklaşık iki ay kadar sonra aynı test kalıcılığı belirlemek amacıyla tekrar yaptırılmıştır. Uygulama süreci aşağıda Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. *Uygulama Süreci*

Uygulama	Amaç	Süre
Ön Test (Ek 1)	Öğrencilerin üslü ifadeler bilgisini ölçmek, sorunları tespit etmek	40 dk
Katla Katlayabildiğin Kadar (Ek 2)	Üslü ifadenin tanımından yola çıkarak konunun mantığının kavranmasını sağlamak	15 dk
Satranç Problemi (Ek 3)	Üslü ifadeleri örüntü ile ilişkilendirerek tam sayıların tam sayı kuvvetlerini hesaplamasını sağlamak	20 dk
Hücre Bölünmesi Problemi (Ek 4)	Üslü ifade konusunun temelini oluşturmak	Ev ödevi
Amasya Elması Problemi (Ek 5)	Kuvvetleri aynı olan üslü ifadelerde bölme işlemi yapmak	25 dk
Fotoğraf Problemi (Ek 6)	En ile boy değiştiğinde alanın değişmediğini göstermek ve negatif kuvvetin ve sıfırcı kuvvetin anlamını belirlemek	10 dk
Mersin Balığı Problemi (Ek 7)	Tabanları aynı olan üslü ifadelerde bölme işlemi yapmak	25 dk
Ölçek Problemi (Ek 8)	10'un kuvvetlerini kullanarak tabanları aynı olan üslü ifadelerde bölme işlemi yapmak	Ev ödevi
Fayans Problemi (Ek 9)	Üssün üssünü bulmak ve kuvvetleri aynı olan üslü ifadelerle bölme işlemi yapmak	20 dk
Dünyayı Korkutan Virüsler (Ek 10)	Üslü ifadelerde çarpma işlemi yapmak, 10'un kuvvetlerini yorumlamak ve üslü ifadelerde büyüklük küçüklük ilişkisi kurmak	Ev ödevi
Güneş'in Gezegenlere Uzaklıkları (Ek 11)	Bilimsel gösterim yapmak ve 10'un kuvvetinin anlamını belirlemek	15 dk - Ev ödevi
Son Test	Öğrencilerin uygulama sonrasında üslü ifade bilgilerini ölçmek ve değerlendirmek	40 dk
Öğrenci Görüş Formu	Öğrencilerin matematiksel modelleme problemleri, etkinlik sonrası ders, günlük hayatla matematik ilişkisi hakkında düşüncelerini ve görüşlerinde değişiklik olup olmadığını öğrenmek	15 dk
Kalııcılık Testi	Uygulamalar sonucunda öğrencilerde konunun hatırlanma düzeyini belirlemek	40 dk

Araştırmacı üslü ifadeler konusuna ait kazanımları, uyarlayabildiğince matematiksel modelleme problemleri ile elde etmeyi amaçlamıştır. Aşağıda hedeflenen kazanımlar dikkate

alınarak oluşturulan ve uzman görüşü alınarak geçerliği sağlanan problemlerin matematiksel modelleme yöntemi ile uygulamaları öğrenci kağıtlarından kesitler ile birlikte ayrıntılı olarak verilmiştir.

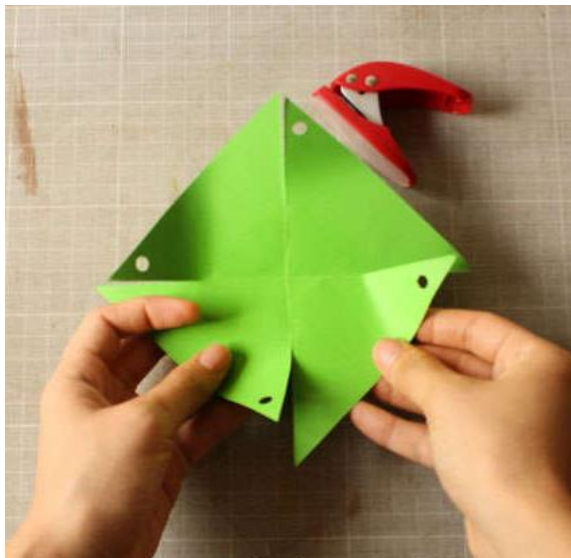
ETKİNLİK-1

KATLA KATLAYABİLDİĞİN KADAR



Origami, [Japonca](#) "ori" (katlamak) ve "gami" (kâğıt) sözcüklerinin birleşiminden meydana gelmiş olup [kâğıt katlama](#) sanatına verilen addır. İsmi Japonca olsa da Çin kaynaklı bir sanat olduğunu iddia eden kaynaklar da vardır. Genellikle kare kâğıt parçalarını kesmeden ve yapıştırıcı kullanmadan, sadece katlayarak, çeşitli canlı ve cansız figürler oluşturarak yapılmakla birlikte, dikdörtgen kâğıtlardan, hatta kâğıt paralardan yapılan modeller de oldukça fazladır. Kesme işleminin de kullanıldığı türe [kirigami](#) denir.

Kâğıt katlamaya merak saran Ali, elindeki renkli kâğıdı sürekli ikiye katlayarak 5 kez bu işlemi tekrar ediyor. Daha sonra ortasını delerek kâğıdı açıyor. Kaç tane desen (delik) elde etmiştir? Katlama işini n kez devam ettirdiğini düşünersek kaç delik elde edilir?



<https://tr.wikipedia.org/wiki/Origami>

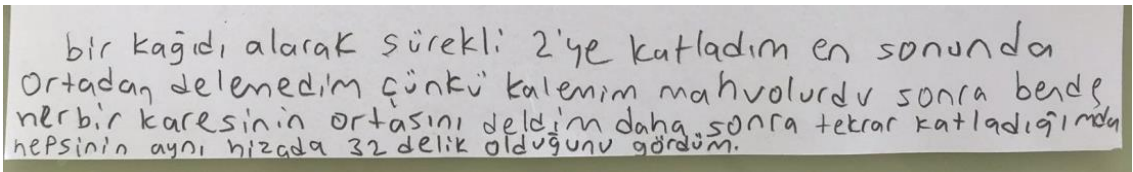
Çözüm:

Öncelikle problemi daha iyi anlayabilmek ve çözebilmek için bir kağıt kullanılmalıdır. Daha sonra kağıdı sırayla katlayarak katlama sayısı ile delik sayısı arasındaki ilişki bulmaya çalışılır.

Katlama sayısı	Delik sayısı
Katlanmadığında (0)	1
1 kez	$2=2= 2^1$
2 kez	$4=2 \times 2= 2^2$
3 kez	$8=2 \times 2 \times 2= 2^3$
4 kez	$16=2 \times 2 \times 2 \times 2= 2^4$
5 kez	$32=2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2= 2^5$
n kez	$2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \dots (n \text{ tane})= 2^n$

Delik sayısı ikiye katlanarak devam etmektedir. Sürekli ikiye katlandığı için delik sayısı 2'nin kuvvetleri şeklinde yazılabilir ve katlama sayısının delik sayısının kuvvetini oluşturduğu görülmektedir. Kağıdı 5 kez ikiye katlamak demek zaten üslü ifadenin tanımından 5 kez ikiye yazıp çarpmak anlamına gelir. Dolayısıyla $2^5 = 32$ delik oluşur. Katlama işinin sonsuza kadar devam ettiğini düşünürsek 2^n kadar delik oluşur.

Öğrencilerden bazıları katlama sayısı arttığında delme işi zorlaşacağından kağıtta oluşan bölge sayısını hesaplamışlardır. Diğerleri ise delik olarak tahta kaleminin kağıtta bıraktığı izi kullanarak soruyu çözmüştür. Bazı öğrenciler $2 \times n$ olarak problemi cevaplandırsalar da çoğu öğrenci 2^n yanıtını vermiştir. Aşağıda öğrencilerin kağıtlarından çözüm örnekleri verilmiştir.

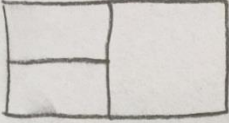


bir kağıdı alarak sürekli 2'ye katladım en sonunda ortadan delemedim çünkü kalemim mahvolurdu sonra ben de her bir karesinin ortasını dedim daha sonra tekrar katladığımda hepsinin aynı hizaya 32 delik olduğunu gördüm.

Şekil 10. Öğrenci kağıdından bir kesit.

Kağıdı 5 kere 2^1 'e katladık.
Yani 2'nin 5. kuvvetini aldık.
 $2^5 = 32$ tane delik çıktı.
 $2^n = \text{Delik sayısı}$

Şekil 11. Öğrenci kağıdından bir kesit.



$2^0 = 1$ Her kağıdı
 $2^1 = 2$ katladığında
 $2^2 = 4$ 2 yüz sayısı
 $2^3 = 8$ 2 katına çıkıyor
 $2^4 = 16$
 $2^5 = 32$

Şekil 12. Öğrenci kağıdından bir kesit.

Cevap: 32
Nasıl yaptım = Kağıdı
iki katlayarak 5 sefer
bu işlemi gerçekleştirdim en sonunda
Kağıdı açtığımda oluşan
her bir küçük kutu-
ları saydım ve
32 çıktı

Şekil 13. Öğrenci kağıdından bir kesit.

ETKİNLİK-2

SATRAŇ PROBLEMİ



Bir ÷lkede padişahın kızı hastalanmış ve padişah kızını iyileştirenne öd÷l vereceğini ilan etmiş. Yoksul çiftçi bitkilerden bir karışım yaparak padişahın kızını iyileştirmiş. Bunun üzerine padişah yoksul çiftçiye çağırıp dile benden ne dilerseñ demiş. Yoksul çiftçi: ‘ Var olasın padişahım hiç bir şey istemem ama madem ısrar ediyorsun ‘ deyip satraŇ tahtası getirmiş “ Padişahım bir buğday tanesi istiyorum fakat bir öncekinin iki katı olacak şekilde satraŇ tahtasının kareleri dolana kadar devam etsin” demiş.

- Sizce yoksul çiftçi zengin olmuş mudur?
- Çiftçi satraŇ tahtasının 64. Karesinde kaç tane buğday tanesi alır?

(Bunu bir mektup ile padişaha iletiniz.)

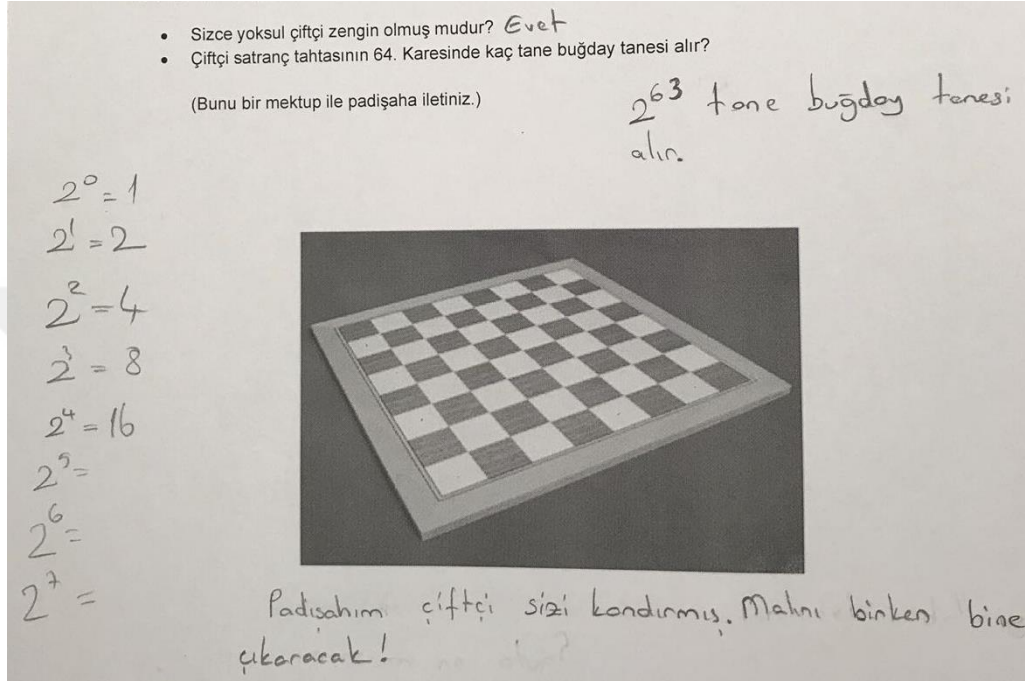


Çöz÷m:

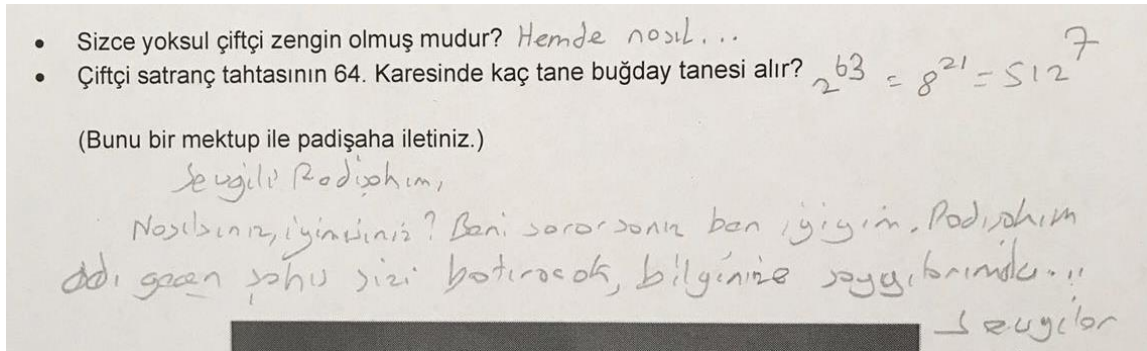
Öncelikle satraŇ tahtasında kaç kare olduğu bulunmalıdır. 8 yatay 8 dikey olmak üzere 8x8‘ den toplamda 64 kare kare vardır. 1. kareye 1 buğday konulduğunda, 2. Kareye 4, 3. Kareye 8, 4. Kareye 16,..Buğday sayısı 2‘ye katlanarak ilerlediği için karelerde bulunan

buğday taneleri ikinin kuvvetleri ile ifade edilebilir. Dolayısıyla 1. Kareden bir buğday olduğu için 2^0 ile gösterilebilir. 64. karede bulunan buğday tanesi ise 0 ile başladığımız için 64'ün bir eksiği 2^{63} 'tür.

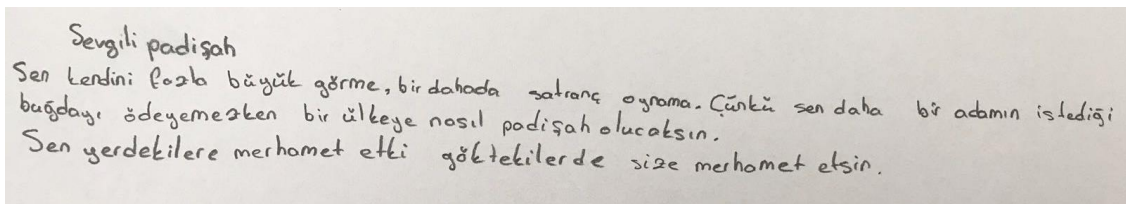
Öğrencilere tanıdık gelen hikayenin problem çözme kısmında öğrenciler biraz zorlanmışlardır. Probleme büyük bir oranla 2^{64} cevabını vermişlerdir. Aşağıda doğru cevap verenlerin kağıtlarından birer kesit verilmiştir.



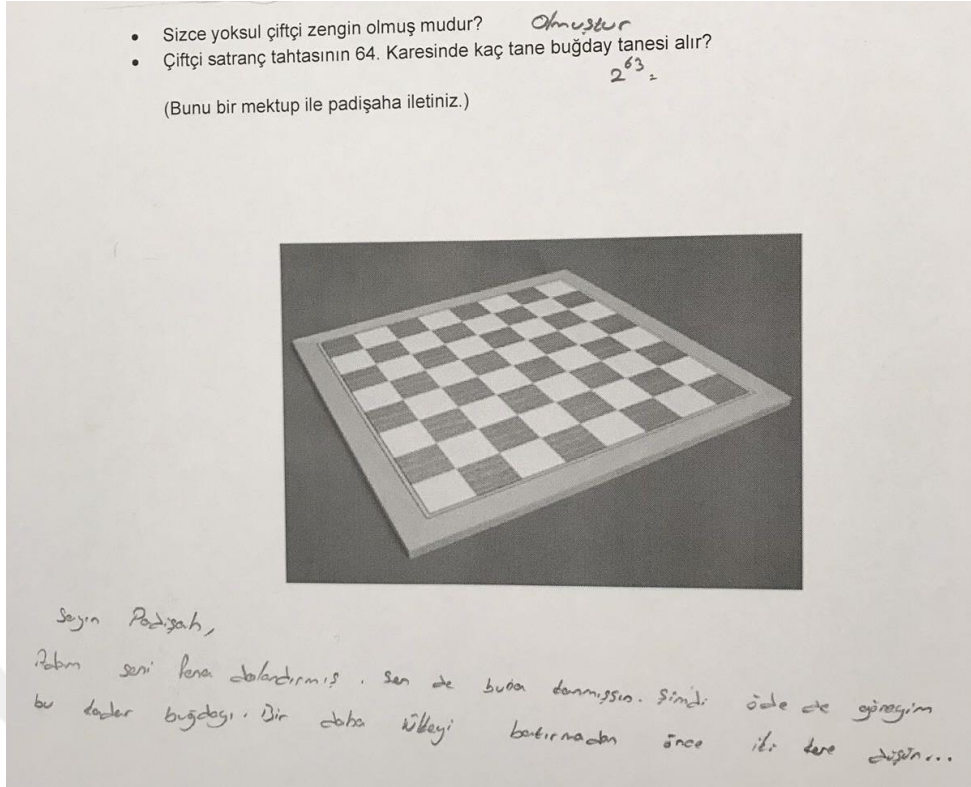
Şekil 14. Öğrenci kağıdından bir kesit.



Şekil 15. Öğrenci kağıdından bir kesit.



Şekil 16. Öğrenci mektubundan bir kesit.



Şekil 17. Öğrenci kağıdından bir kesit.

İki etkinliğin ardından öğrencilerle birlikte üslû ifade tanımı oluşturularak kavramın pekişmesi için sorular çözülmüş ve hücre bölünmesi problemi bir sonraki derse getirmek üzere ev ödevi olarak verilmiştir.

ETKİNLİK-4

AMASYA ELMASI İKİ BİN YIL SONRA YENİDEN TESCİLLENDİ



*Elma üretiminde dördüncü sırada olan Türkiye’de elma denilince hemen akla Amasya gelmektedir. Tarihi verilere göre iki bin yıl önce bu hakkı elde eden Amasya ili, yeni yapılan kazı ve sondaj çalışmalarında **Amasya Elmasının** sahibi olduğunu bir kez daha kanıtlamıştır.*

*Amasya merkeze bağılı Yavru Köyünde Hitit Üniversitesi Karadeniz Arkeolojisini Araştırma Merkezi Müdürünün bilimsel sorumluluğunda başlatılan kurtarma kazısı ve sondaj çalışmalarında, erken Hristiyanlık dönemine ait iki adet mozaikli taban döşemesi bulunmuştur. Kaçak kazı yapıldığının Bakanlığımıza ihbar edilmesi üzerine, bölgeyi kontrol altına alan yetkililer yaptıkları yoğun çalışma üzerine çok önemli bir arkeolojik buluntuya ulaşmışlardır. Başlatılan kurtarma ve sondaj çalışmalarında, Hristiyanlık dönemine ait iki adet mozaikli taban döşemesine rastlanmıştır. Bulunan mozaiklerin birinde **merkez madalyon içerisinde elma ağacının işlenmiş olması büyük ilgi uyandırmıştır. 2000 yıl öncede bölgenin en önemli simgesi olan elma yapılan bu kazı çalışmalarıyla gün ışığına çıkarılarak tarihsel tescili yapılmıştır.***



Her yıl Ekim ayı geldiğinde Amasya’da elma hasat zamanı geldiği için bağı bahçesi olanları ayrı bir telaş sarmaktadır. Ağaçları az olanlar kendilerine eş dost akrabalarına kışlık yemeye elma toplarken bir kısmını da doğal elma sirkesi yapmak için ayırmaktadır. Ağaçları çok olan bu işin ticaretini yapanlar ise işçilerle birlikte çalışarak istenilen yerlere elmaları ulaştırmaktadır.

Amasya’da elmaların kilosu tarlada 0,50 TL, meyve sebze halinde 0,55 TL’dir. Elma ticareti denilince ilk akla gelen isimlerden biri olan Mahmut amca 12⁴ kg lık elmaları kapasitesi 6⁴ kg alabilen kamyonete yükleyerek Yavru köyünden merkez sebze meyve haline tek seferde 80 TL ücretle gönderecektir. Ya da tarlanın yanında satış yapacaktır. Mahmut amcanın zarar etmemesi için hangi yolu tercih etmesi gerekiyor? Yardımcı olabilir misiniz?



<http://www.kulturvarliklari.gov.tr/TR,52017/amasya-elmasi-2-bin-yil-sonra-yeniden-tescillendi.html>

Çözüm:

Problemde kazançlı olanı tercih edilmek için doğru kıyas yapılmalıdır. Tarlada satış için kg başına düşen fiyat ile toplam elma miktarı çarpılarak kazanç elde edilir. Halde satış için kg başına düşen fiyat ile toplam elma miktarı çarpılıp, kamyonet parası düşürülür.

Tarlada: $50 \text{ kr} \times 12^4 = 1036800 \text{ kr}$

Halde: $55 \text{ kr} \times 12^4 = 1140480 \text{ kr}$

Kamyonetin kaç sefer yapacağını bulmak için;

$$12^4 / 6^4 = \frac{12 \cdot 12 \cdot 12 \cdot 12}{6 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 6} = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 = 2^4 = 16 \text{ sefer}$$

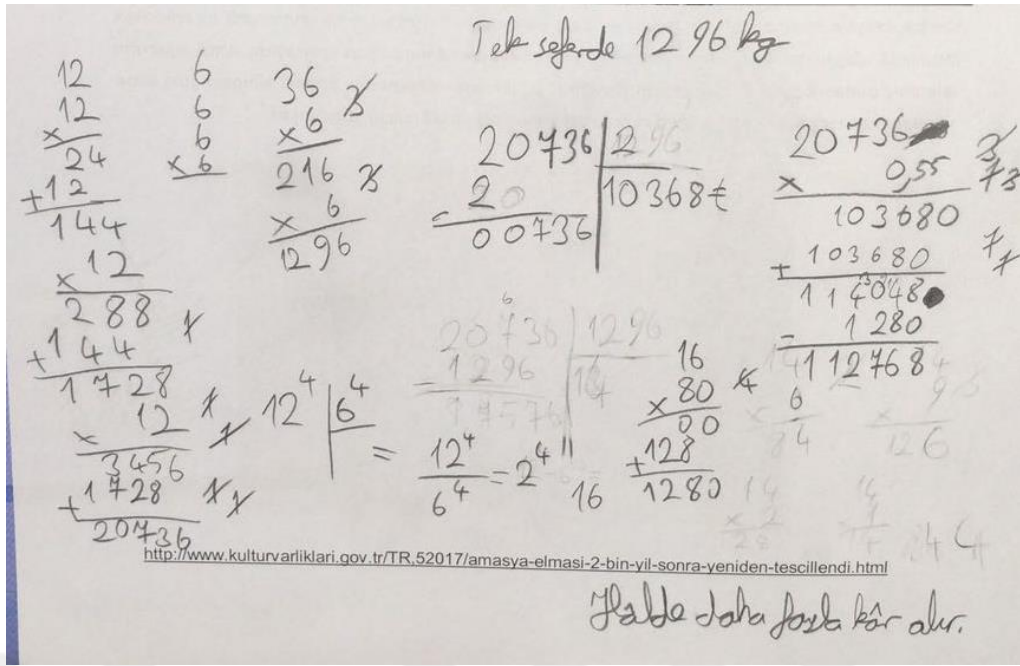
Demekki kuvvetleri aynı olan üslü ifadelerde bölme işlemi yapılırken tabanlar bölünerek üs aynen yazılmalıdır.(Öğrencilere üsleri aynı olan üslü ifadelerde bölme işlemi mantığı kavratılır.)

$80 \times 16 = 1280 \text{ TL} = 128000 \text{ kr}$

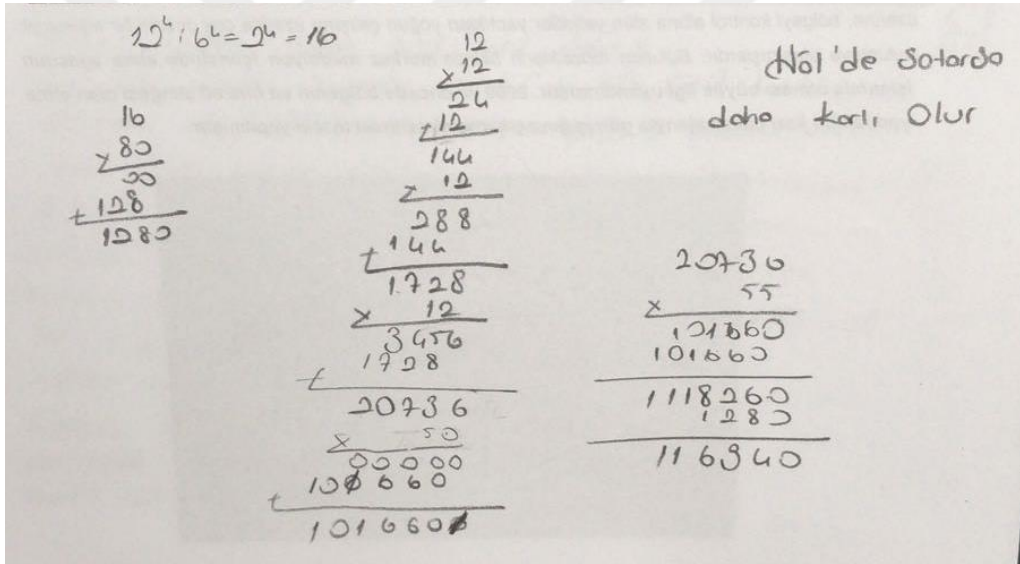
$1140480 - 128000 = 1012480 \text{ kr}$ (Halde)

Haldeki kazanç < Tarladaki kazanç olduğu için tarlada satış tercih edilmelidir. Ya da daha pratik bir yolla 5 kr'luk fark kullanılarak $12^4 \times 5 = 103680 - 128000$ çıkarıldığında sonuç negatif elde edileceği için tarlada satışın daha karlı olduğu bulunur.

Öğrencilerin en çok zorlandığı problemlerden biri amasya elması problemi olmuştur. Doğru yöntemle soruyu çözen öğrenciler dahi TL kr ayırımı yapmadığı için yanlış sonuç bulmuşlardır. Aşağıda öğrenci kağıtlarından kesitler verilmiştir.



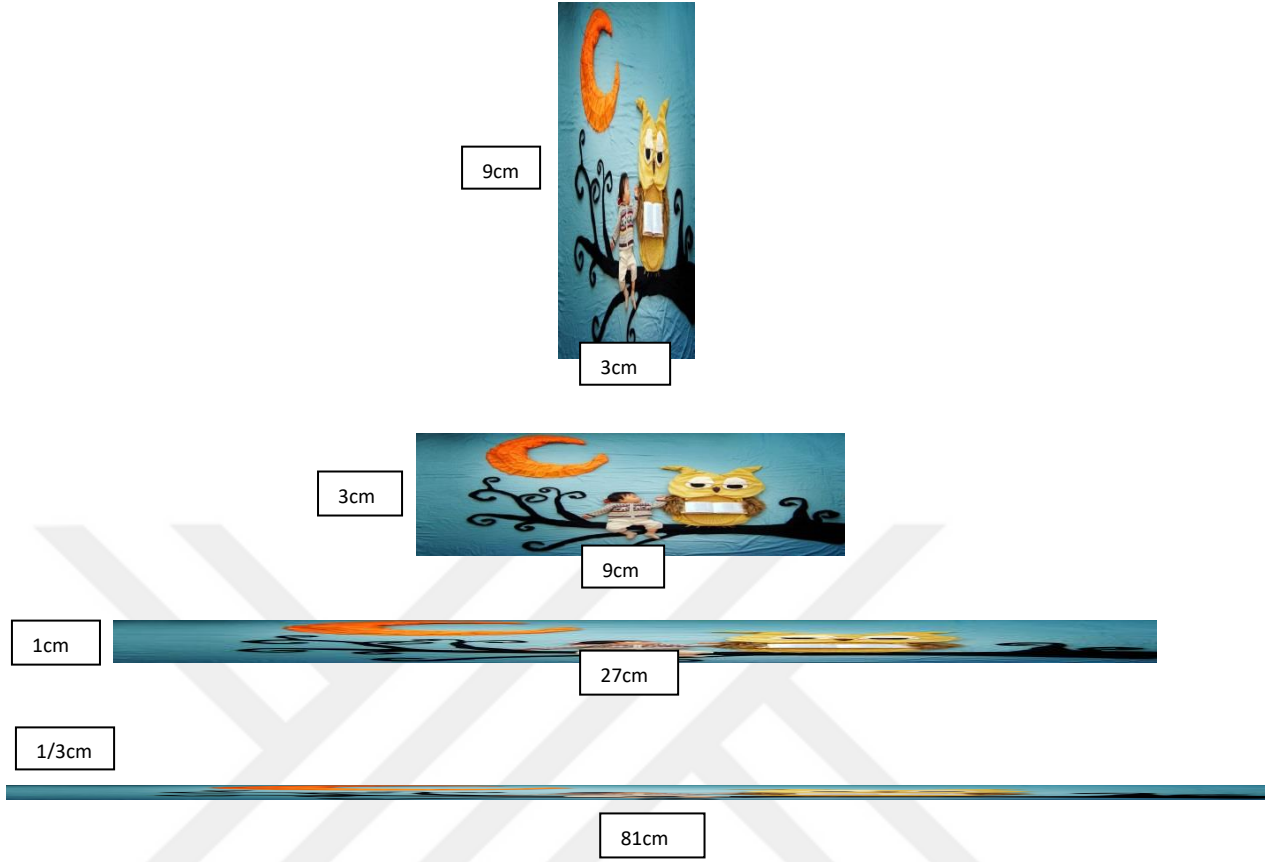
Şekil 18. Öğrenci kağıdından bir kesit.



Şekil 19. Öğrenci kağıdından bir kesit.

ETKİNLİK-5

FOTOĞRAF PROBLEMİ



Son yıllarda gelenek haline gelen bebek partileri, doğum günü kutlamaları, fotoğraf çekimleri vs. şu an çok popüler. Yeni anne olan Duygu da bu akıma katılarak bebeğinin her ay fotoğrafını çekmektedir. Son çektiği fotoğrafları bilgisayara aktarırken fotoğraf makinasının bozulduğunu, fotoğrafların boyutlarını orantılı bir şekilde değiştirdiğini fark etmiştir. Buna göre fotoğrafların eni ve boyu arasındaki ilişkiyi bularak alanlarını hesaplayınız.



Çözüm:

Dikdörtgenin alanı eni ile boyu çarpılarak bulunur.

En	Boy	Alan
$3=3^1$	$9=3^2$	$27=3^3$
$9=3^2$	$3=3^1$	$27=3^3$
$27=3^3$	$1=3^0$	$27=3^3$
$81=3^4$	$1/3=3^{-1}$	$27=3^3$

En sürekli 3 katına çıkıp boy da sürekli 3 'e bölündüğü için alan değişmez. 3 ile çarpıldığı zaman çarpanlar arttığı için üs 1 artar, 3 ile bölündüğü zaman çarpanlar azaldığı için üs 1 azalır.

$$3^1 \times 3^2 = 3 \times 3 \times 3 = 3^3 = 27$$

Tabanları aynı olan üslü ifadeler çarpılırken üsler toplanır kuralı oluşturulur. Aynı zamanda negatif kuvvet ve sıfırcı kuvvet anlamlandırılır.

$$\begin{array}{c}
 3^2=9 \\
 3^1=3 \\
 3^0=1 \\
 3^{-1}=1/3
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 \downarrow \\
 \div 3
 \end{array}$$

Devamlı 3'e bölündüğü için örüntü oluşmaktadır. Dolayısıyla sıfırcı kuvvetin bire, -1. inci kuvvetin 1/3 'e eşit olduğu görülmektedir.

Öğrencilerin kolaylıkla çözdüğü bu problemin çözümünden örnekler aşağıda verilmiştir.

En	boy	Alan
3	9	27
9	3	27
27	1	27
81	1/3	27

Şekil 20. Öğrenci kağıdından bir kesit.

$$\begin{aligned}
 9 \cdot 3 &= 27 = 3^2 \cdot 3^1 \\
 3 \cdot 9 &= 27 = 3^1 \cdot 3^2 \\
 1 \cdot 27 &= 27 = 3^0 \cdot 3^3 \\
 \left(3^{-1} \cdot 81 \right. \\
 &= \frac{1}{3} \cdot \frac{81}{1} = 27 = 3^{-1} \cdot 3^4
 \end{aligned}$$

Şekil 21. Öğrenci kağıdından bir kesit.

$$\begin{aligned}
 9 \cdot 3 &= 27 \\
 3 \cdot 9 &= 27 \\
 27 \cdot 1 &= 27 \\
 81 \cdot \frac{1}{3} &= 27
 \end{aligned}$$

hmmmm.

Fotografin eni ve boyu hep 3'ün üssü

$$3^{-1} = \frac{1}{3} \quad 3^1 = 3 \quad 3^2 = 9 \quad 3^3 = 27 \quad 3^4 = 81$$

Cevap = 3^3

Şekil 22. Öğrenci kâğıdından bir kesit.

ETKİNLİK-6

MERSİN BALIĞI PROBLEMİ



Adana'da kapalı havuzlarda 2006 yılından bu yana beslenen Mersin balıklarından siyah havyar üretimi başladı.

Mersin balığı, dünyada koruma altındaki en ilkel deniz canlılarından biri. Hazar Denizi'nde doğal olarak bulunuyor. Şimdilerde koruma altında olduğu için, deniz avı yasak. Kapalı havuzlarda özel olarak yetiştiriliyor.

2006 yılında Adana'nın Ağzıkaraca Köyü'nde 12 milyon dolarlık yatırımla yıllık 50 ton balık eti, 12.5 ton havyar üretecek bir Mersin balığı çiftliği kuruldu. Balıklar kapalı alandaki havuzlarda yetiştiriliyor. İlk üretim, Almanya'dan ithal edilen döllenmiş yumurtalarla başladı. İki yıldır anaçlar da Adana'da yetiştiriliyor.

Bu balık çiftliğinde bir havuzda 243 tane koruma altında bulunan ve havyarı ile dünyaca ünlü Mersin Balığı yetiştiriliyor. Çiftlikteki bu balıklara belli bir süre sonra alan dar gelmeye başlıyor ve birbirlerine zarar vermemeleri için dört ayda bir üç havuza eşit bir şekilde bölünüyor. Aynı işlem her dört ayda bir her havuz için gerçekleştiriliyor. Buna göre havuzlara aktarılan balık sayıları için modelleme yapınız.

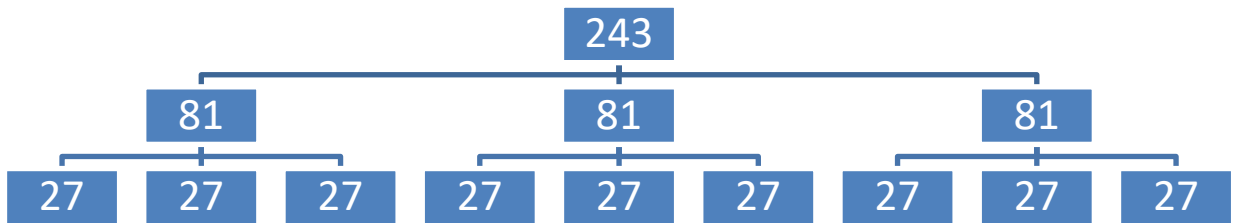
- Kaç ay sonra her havuzda bir tane mersin balığı bulunur?
- Bir yıl sonra havuzlarda kaç tane balık olur?
- Toplamda kaç tane havuz gereklidir?



<http://www.milliyet.com.tr/mersin-baligi-ve-havyar-uretiyoruz/ekonomi/ydetay/2133689/default.htm>

Çözüm:

Öğrencilerin zorlandığı bir diğer problem Mersin Balığı problemi



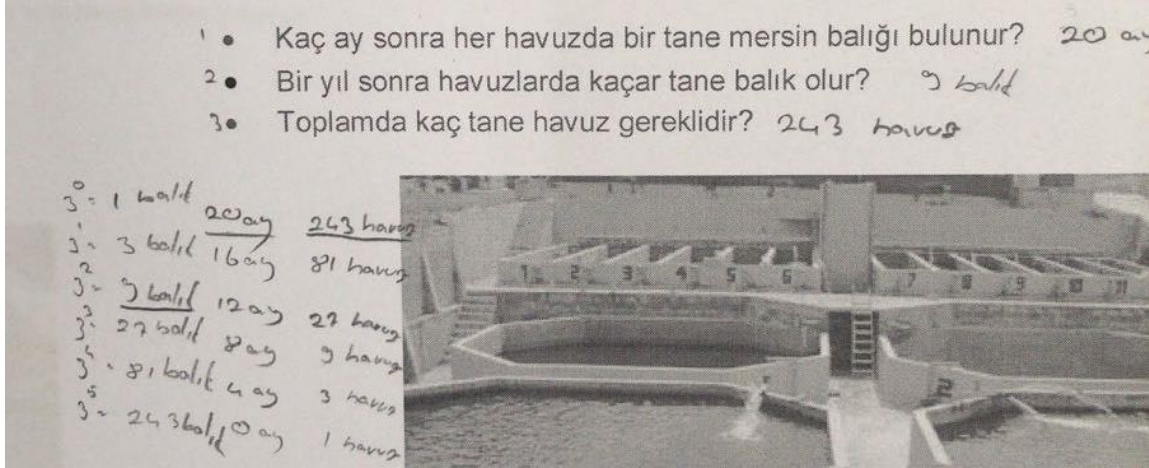
Bu şekilde ilerleyerek gidecektir.

4.ay	3havuz	Her havuzda 81 balık
8. ay	9 havuz	Her havuzda 27 balık
12.ay	27 havuz	Her havuzda 9 balık
16. ay	81 havuz	Her havuzda 3 balık
20. ay	243 havuz	Her havuzda 1balık

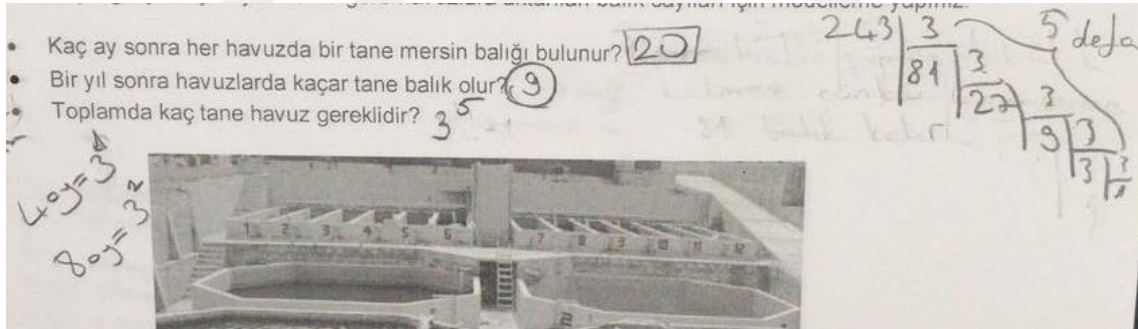
$$1 \text{ yılın sonunda toplamda } 243/27 = \frac{3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3}{3 \cdot 3 \cdot 3} = 3 \cdot 3 = 3^2$$

Tabanları aynı olan üslü ifadelerde bölme işlemi yapılırken üsler çıkarılır kuralı oluşturulur. 20 ay sonra havuzlarda bir balık olacak şekilde düşünersek toplamda 243 balık olduğu için 243 adet havuz gereklidir.

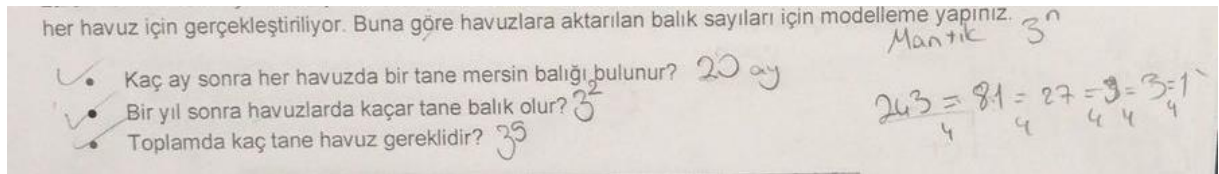
Aşağıda öğrencilerin çözümlerinden örnekler verilmiştir.



Şekil 23. Öğrenci kağıdından bir kesit



Şekil 24. Öğrenci kağıdından bir kesit



Şekil 25. Öğrenci kağıdından bir kesit

Bu problemin ardından üslü ifadelerle ilgili temel kuralları anlar, birbirine denk ifadeler oluşturur kazanıma yönelik olarak öğrencilerle birlikte oluşturulan kuralları pekiştirmek amacıyla sorular çözülmüş ve ölçek problemi ev ödevi olarak verilmiştir.

ETKİNLİK-8

FAYANS PROBLEMİ



Fatma'nın yıllardır mutfak balkonunda kullandığı fayansları oldukça eskimiştir. Fatma eşiyle konuşarak sonunda eşini fayansları değiştirmeye ikna etmiştir. Bir kenar uzunluğu 2,7 m olan kare şeklindeki balkonu kutu içerisinde 8 tane bulunan 45cm x 45cm'lik ya da bir kutuda 10 tane bulunan 30cm x 30cm'lik fayanslarla döşeyecektir. Verilen seçeneklere göre hangi ebattaki fayansları tercih etmelidirler? Fatma toplam fayans sayısı bulma işlemini üslü niceliklerle göstermek isterse nasıl yapar, bu konuda ona nasıl yardımcı olabiliriz?

(1 kutu 45x45 = 110 TL)

(1 kutu 30x30 = 60 TL)



Çözüm:

Öğrenciler tarafından zorlanılan diğer bir muhakeme problemi ise fayans problemidir. Öncelikle kullanılacak fayans sayıları bulunmalıdır.

$$2,7 \text{ m} = 270 \text{ cm}$$

$$270.270 / 45.45 = 6.6 = 6^2 = 36 \text{ adet } 45 \times 45 \text{ 'lik fayans lazım}$$

$$1 \text{ kutuda } 8 \text{ adet varsa } 5 \text{ kutu gerekli } 5.110 = 550 \text{ TL}$$

$270.270 / 30.30 = 9.9 = 9^2 = 81$ adet 30×30 'luk fayans lazım

1 kutuda 10 adet varsa 9 kutu gerekli $60.9 = 540$ TL

$540 \text{ TL} < 550 \text{ TL}$ olduğu için 30×30 luk fayanslar tercih edilmelidir.

$(270)^2 / (30)^2 = 270.270 / 30.30 = 9.9 = 9^2$ (Üsleri aynı olan üslü ifadelerde bölme işlemi yapılırken tabanlar bölünerek üs aynen yazılır kuralı tekrarlanır. Aynı zamanda balkonun alanı bulunurken üssün üssü kuralı da keşfedilebilir.)

$$(3^3 \cdot 10)^2 = (3^3 \cdot 10) \cdot (3^3 \cdot 10) = 3^6 \cdot 10^2$$

Aşağıda örnek çözüm verilmiştir.

270 = 3³ · 10¹

$\frac{270}{30} = 9$

$\frac{270}{30} = 9$

9 · 9 = 81

6 · 6 = 36

36 · 9 = 324

5

270 · 270 = 72900

30 · 30 = 900

72900 / 900 = 81

81 · 60 = 4860 TL

4860 TL < 5500 TL

30 x 30 luk fayanslar daha uygundur.

Fatma'nın yıllardır mutfak balkonunda kullandığı fayansları oldukça eskimiştir. Fatma eşiyli konuşarak sonunda eşini fayansları değiştirmeye ikna etmiştir. Bir kenar uzunluğu 2,7 m olan kare şeklindeki balkonu kutu içerisinde 8 tane bulunan 45cm x 45cm'lik ya da bir kutuda 10 tane bulunan 30cm x 30cm'lik fayanslarla döşeyecektir. Verilen seçeneklere göre hangi ebattaki fayansları tercih etmelidirler? Fatma toplam fayans sayısı bulma işlemini üslü niceliklerle göstermek isterse nasıl yapar, bu konuda ona nasıl yardımcı olabiliriz?

(1 kutu 45x45 = 110 TL)

110 · 5 = 550 TL

(1 kutu 30x30 = 60 TL)

60 · 9 = 540

81 = 3⁴

$\frac{81}{3} = 27$

$\frac{27}{3} = 9$

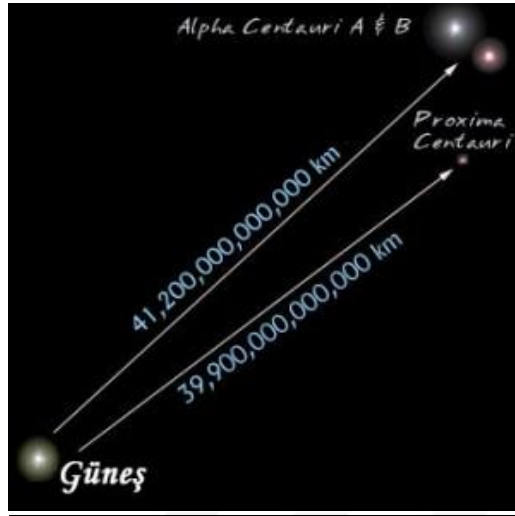
$\frac{9}{3} = 3$

Şekil 26. Öğrenci kağıdından bir kesit

Bu etkinliğin ardından Dünyayı korkutan virüsler adlı etkinlik ev ödevi olarak verilmiştir.

ETKİNLİK-10

GÜNEŞ'İN YILDIZLARA VE GEZEGENLERE OLAN UZAKLIKLARI



<https://tr.wikipedia.org/wiki/Astronomi>

Astronomi (*gök bilimi* ya da *gökbilim*), kökenleri, evrimleri, fiziksel ve kimyasal özellikleri ile gök cisimlerini açıklamaya çalışmak üzere gözleyen bilim dalıdır. Astronominin sınırlı ve özel bir alanı olan gök mekaniği ile karıştırılmaması gerekir. Astronomi daha açık bir deyişle, yörüngesel cisimleri ve Dünya atmosferinin dışında gerçekleşen, yıldızlar, gezegenler, kuyrukluysıldızlar, kutup ışıkları, galaksiler (gökadalar) ve Kozmik mikrodalga arka plan ışıması gibi gözlemlenebilir tüm olay ve olguları inceleyen bilim dalıdır. Evrende bulunan her çeşit maddenin dağılımını, hareketini, kimyasal bileşimini, evrimini, fiziksel özelliklerini ve birbirleriyle etkileşimlerini inceler.

Hayalinde Astronomi ve Uzay Bilimleri bölümü bulunan 13 yaşındaki Talha, Güneş'in yıldızlara ve gezegenlere olan uzaklıklarını merak etmektedir. Uzun araştırmaları sonunda Güneş'e en yakın iki yıldızın uzaklıklarını bulmuştur fakat çok büyük sayılar olduğu için sayıları okumada ve yazmada güçlük çekmektedir. Talha'ya bu konuda nasıl yardımcı olabiliriz? Bu sayılar farklı şekilde yazılabilir mi?

Çözüm:

Alpha yıldızı = 41 200 000 000 000 km

= 412. 100 000 000 000 km

= $412 \cdot 10^{11}$ km

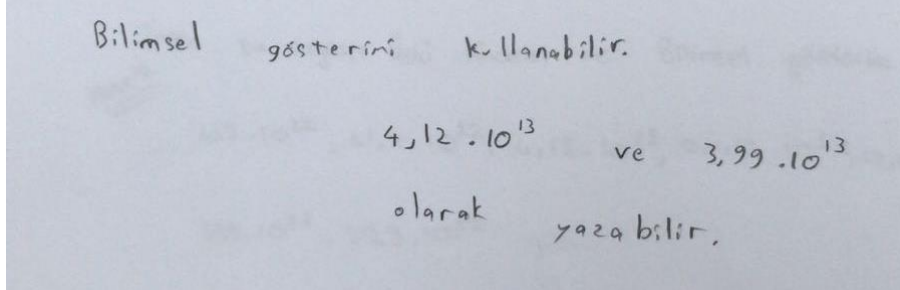
Proxima yıldızı = 39 900 000 000 000 km

= 399.100 000 000 000 km

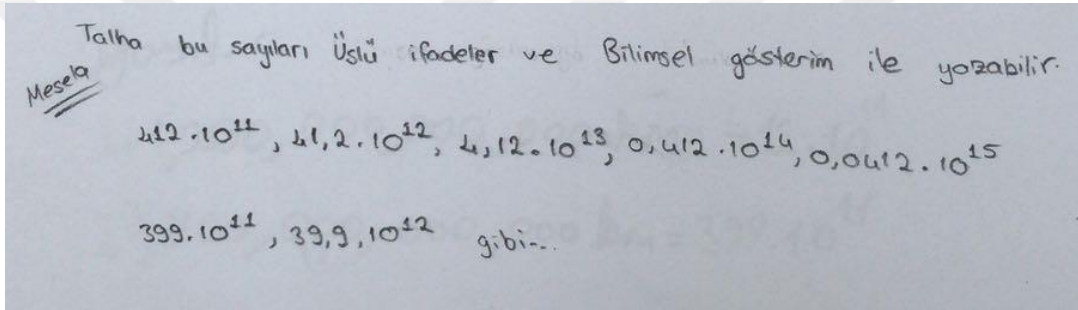
= $399 \cdot 10^{11}$ km

Bu sayıyı farklı şekilde yazmak istersek; bir sayıyı aynı sayı ile çarpıp bölmek sonucu değiştirmeyeceğinden 10 ile çarpıp bölelim.

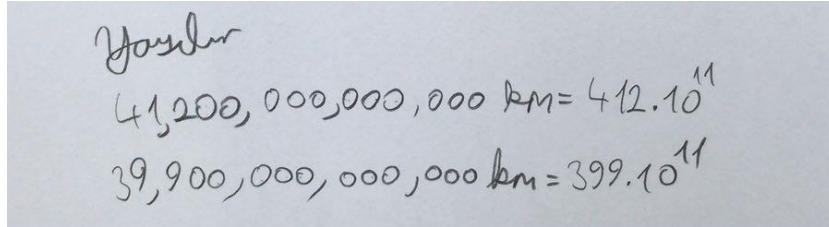
$399 \cdot 10^{11} \cdot \frac{10}{10} = \frac{399}{10} \cdot 10^{12} = 39,9 \cdot 10^{12}$ (Aynı mantıkla sayıyı daha da farklı şekillerde yazabiliriz. Aşağıda örnek cevaplar verilmiştir.



Şekil 27. Öğrenci kağıdından bir kesit



Şekil 28. Öğrenci kağıdından bir kesit



Şekil 29. Öğrenci kağıdından bir kesit

Etkinlik sonrası ‘Verilen bir sayıyı 10’un farklı tam sayı kuvvetlerini kullanarak ifade eder’ ve ‘Çok büyük ve çok küçük sayıları bilimsel gösterimle ifade eder ve karşılaştırır’ kazanımları sınıf ile birlikte pekiştirilip problemin devamı ev ödevi olarak verilmiştir.

Geçerlik ve Güvenirlik

Pilot olarak uygulanan bilgi testi sonrasında ulaşılan verilere aşağıdaki şekilde puanlama yapılmıştır:

- Soruyu doğru cevaplayanlara 1 puan,
- Soruyu yanlış cevaplayanlara 0 puan,
- Soruyu cevaplamayanlara (boş bırakanlara) ise 0 puan verilmiştir.

Puanlama yapıldıktan sonra her öğrencinin aldığı toplam puan hesaplanarak, test puanları yüksekten başlanarak düşüğe doğru sıralanmıştır. % 27’lik (n=13) alt ve üst gruplar oluşturulduktan sonra, Microsoft Excel programı yardımıyla maddeler analiz edilmiştir. Madde seçimi, madde ayırt edicilik indeksi (r_{jx}) ve madde güçlük indeksi (p) dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Madde güçlüğü; doğru cevap sayısının cevaplayıcı sayısına oranı, madde ayırt ediciliği ise; bir maddenin sorgulanan davranışa sahip olan bireyler ile sahip olmayan bireyleri birbirinden ayırt etme derecesi olarak belirtilmektedir (Özçelik, 2010). Madde analizinde kullanılan formüller aşağıda verilmiştir.

$$p = \frac{D_{\bar{u}} + D_a}{2N}$$

$$r_{jx} = \frac{D_{\bar{u}} - D_a}{N}$$

p : Madde güçlük indeksi

r_{jx} : Madde ayırt edicilik indeksi

$D_{\bar{u}}$: Maddeyi üst grupta doğru yanıtlayanların sayısı

D_a : Maddeyi alt grupta doğru yanıtlayanların sayısı

N : Üst veya alt gruptaki öğrenci sayısı

“0” ile “1” arasında değer alan madde güçlüğü 0’a yaklaştıkça maddenin cevaplanma oranının düşük (zor bir madde), 1’e yaklaştıkça da maddenin cevaplanma oranının yüksek (kolay bir madde) olduğu ifade edilebilir (Gönen vd., 2011). “-1” ile “1” arasında değişen madde ayırt ediciliğinin ise 0’a yaklaşması ayırt ediciliğin düştüğünü, 1’e yaklaşması ayırt ediciliğin yükseldiğini göstermektedir. Ayırt ediciliği negatif olan madde ise, testin amacına uygun olmadığı için güvenilirliği de düşürmektedir (Gönen vd., 2011). Üslü ifadeler bilgi testindeki her maddenin güçlük indeksi ile ayırt edicilik indeksleri hesaplanmış ve teste dahil edilecek maddelerin tespitinde aşağıdaki değerler kıstas olarak belirlenmiştir. Madde ayırt edicilik indeksi (r_{jx}),

- 0.19 ve daha küçük ise, madde kabul edilemez.
- 0.20 – 0.29 arasında ise, madde düzeltilerek teste dahil edilir.
- 0.30 – 0.39 arasında ise, iyi bir maddedir ve teste dahil edilir.
- 0.40 ve daha büyük ise, çok iyi bir maddedir ve teste dahil edilir (Özçelik, 2010; Tekin, 2003).

Madde güçlük seviyesinin tespitinde ise aşağıdaki ölçütler kullanılmış ve bu yönde madde seçimi yapılmıştır. Madde güçlük indeksi (p),

- 0.00 – 0.19 arasında ise, madde çok zor,
- 0.20 – 0.34 arasında ise, madde zor,
- 0.35 – 0.64 arasında ise, madde orta güçlükte,
- 0.65 – 0.79 arasında ise, madde kolay,
- 0.80 – 1.00 arasında ise, madde çok kolay olarak değerlendirilir (Sözbilir, 2010).

Güçlük indeksi 0.80'nin üstünde ve ayırt edicilik indeksi 0.20'nin altında olan toplamda 12 madde (1. soruda a, b, g, h, ı, i, j, m, n, o maddeleri, 2. soruda n ve g maddeleri) Yıldırım ve Sezek (2014)'in çalışmasında uyguladıkları gibi testten çıkarılmıştır. Yapılan analizler sonucunda başlangıçta 43 maddeden oluşan test, madde güçlük indeksi ve madde ayırt edicilik indeksi göz önünde bulundurularak 31 maddeye indirgenmiştir. Ortalama güçlük 0.403 ve ayırt edicilik 0.717 olarak hesaplanmıştır. Madde analizinden sonra gerçekleştirilen güvenirlik analizinde de bilgi testinin iç tutarlılığını belirlemek amacıyla, aşağıdaki formül kullanılarak KR20 güvenirlik katsayısı hesaplanmıştır.

$$KR_{20} = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_x^2} \right]$$

K = Testin soru sayısı

p = Madde güçlüğü

$q = 1 - p$

S_x^2 = Testin varyansı

Testin güvenirlik katsayısı (Kuder-Richardson 20) 0.947 olarak bulunmuştur. Çalışmalarda değerlendirilebilecek ölçme araçları için güvenirlik seviyesi alt sınırının 0.70 olması (Büyüköztürk, 2010; Özçelik, 2010; Pilten, 2008; Erkuş, 2006), bu araştırmada elde edilen 0.947 değerinin kabul edilebilir olduğunu göstermektedir. Yapılan analizler neticesinde ulaşılan bulgular, bilgi testinin üslü ifadeler bilgisinin ölçülmesinde geçerli ve güvenilir bir test olduğunu açığa çıkarmaktadır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

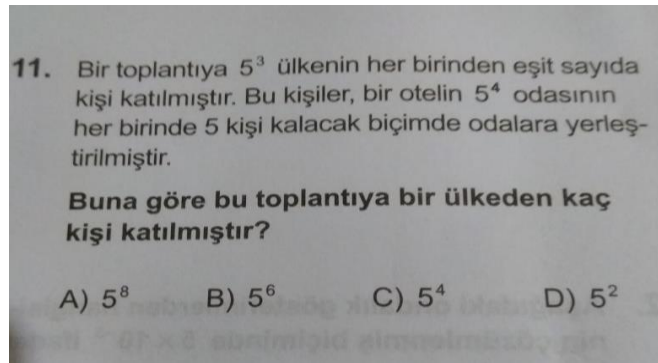
Bulgular ve Yorumlar

Bu bölümde araştırmada elde edilen verilerin analizinden ulaşılan bulgular sunulacaktır. Öncelikle eylem araştırması gereği alt problemlere ilişkin üslü ifadeler konusunda yaşanan sorunların tespiti yapılmıştır. Daha sonra öğrencilerin üslü ifadeler bilgi testinden aldıkları ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarının analizleri yapılmış ve değerlendirilmiştir. Ayrıca, uygulanan modelleme etkinliklerinin matematik öğretiminde kullanılmasına yönelik öğrenci görüşleri yorumlanmıştır. Üslü İfadeler Bilgi Testi değerlendirilirken öğrencilerin puanlarının normal dağılım durumları incelenmiş, elde edilen verilere göre parametrik ya da nonparametrik testlerden hangisinin kullanılacağına karar verilmiştir.

Üslü İfadeler Konusunda Yaşanan Sorunların Tespiti

2016 yılı Kasım ayında yapılan TEOG Sınavına üslü ifadeler açısından bakacak olursak;

Araştırmacının o dönemde görev yaptığı Erzurum Yakutiye ilçesine bağlı bir devlet okulunda sınava giren 215 öğrencinin kitapçıları incelendiğinde; 20 soru içerisinde yedi sorunun üslü ifadeler konusuna ayrıldığı, öğrencilerin temel kavramlarla ilgili işlem içeren sorularda çok fazla sıkıntı yaşamadığı fakat aynı konu karşılına problem tarzında çıktığında başarısız oldukları görülmüştür. Aşağıda öğrencilerin zorlandığı soru, cevaplanma yüzdesi ile verilmiştir.



Şekil 30. Sınavdan bir kesit.

Tablo 2. Şekil 30'un Analizi

Soru	f	%
Doğru	70	32.56
Yanlış	145	67.44

Problemi belirlemek amacıyla kazanımlara uygun olarak hazırlanan üslü ifadeler bilgi testinin konu hakkında daha önceden bilgi sahibi olan 49, 8. sınıf öğrencisine ait pilot çalışmanın analizleri aşağıda verilmiştir.

Bilgi testinde sorulara ait kazanımlar:

- **1. sorunun kazanımı:** Tam sayıların tam sayı kuvvetlerini hesaplar, üslü ifade şeklinde yazar.
- **2. sorunun kazanımı:** Üslü ifadelerle ilgili temel kuralları anlar, birbirine denk ifadeler oluşturur.
- **3. sorunun kazanımı:** Sayıların ondalık gösterimlerini 10'un tam sayı kuvvetlerini kullanarak çözümler.
- **4. sorunun kazanımı:** Sayıları 10' un farklı tam sayı kuvvetlerini kullanarak ifade eder, çok büyük ve çok küçük sayıları bilimsel gösterimle ifade ederek karşılaştırır (MEB, 2017).

Tablo 3. Bilgi Testi Analizi

Genel Değerlendirme			
Soru		f	%
1. Soru	Doğru	657	70.56
	Yanlış	274	29.44
2. Soru	Doğru	273	34.82
	Yanlış	511	65.18
3. Soru	Doğru	61	41.49
	Yanlış	86	58.51
4. Soru	Doğru	113	46.12
	Yanlış	132	53.88

Tablo 3'ü incelediğimizde öğrenciler 1. kazanıma ait soru dışında diğer kazanımlara ait soruların çözümünde sorun yaşamışlardır. Özellikle 2. soruda üslü ifadelerle ilgili temel kuralları kullanarak birbirine denk ifade oluşturma kısmında oldukça zorlanmış, soruyu anlayamamış, bildikleri kuralları soruya uyarlayamamışlardır.

2016 yılı TEOG sınav analizi, bilgi testi ve alanyazından yola çıkarak öğrencilerin;

- Üslü ifadelerin değerini belirleyememe,
- Negatif kuvveti algılayamama,
- Sıfırcı kuvvetin anlamını algılayamama
- Parantezin anlamını kavrayamama
- Üslü ifadelerin kuvvetinin değerini bulmada zorlanma
- Çarpma ve bölme işlemi yapmada zorlanma

gibi sorunlarının olduğu görülmektedir. Aslında verilen her bir madde birbiri ile bağlantılı olup üslü ifadenin anlamını idrak edememekten kaynaklanmaktadır.

Derste konu öğretiminde yaşadıklarımızı da ekleyecek olursak hemen hemen benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır. Sadece üslü ifadeler konusu için değil aslında tüm konularda okuduğunu anlayamama, verilenleri yorumlayamama, analitik düşümememe, analiz edememe ve değerlendirememenin en büyük problem olduğu uygulanan merkezi sınavlarda da görülmektedir. 2017-2018 eğitim öğretim yılında TEOG Sınavı yerine getirilen yeni sınav sisteminde de bizzat bu husus üzerinde durulmuş, konunun ehemmiyeti açığa çıkarılmıştır.

Matematiksel Modellemeyle Üslü İfadeler Konusunun Öğretiminin Öğrenci Başarısına Etkisi

Üslü ifadeler bilgi testi ile ön, son ve kalıcılık testi olmak üzere öğrencilerin akademik başarılarını ölçme hedeflenmiştir. Öğrencilerin yanıtları, her doğru cevap için bir puan olarak değerlendirilmiş ve testten elde ettikleri puanlar hesaplanmıştır. Öğrencilerin akademik başarılarındaki değişimi saptamak için toplanan veriler SPSS 22.0 paket programı yardımıyla analiz edilmiştir.

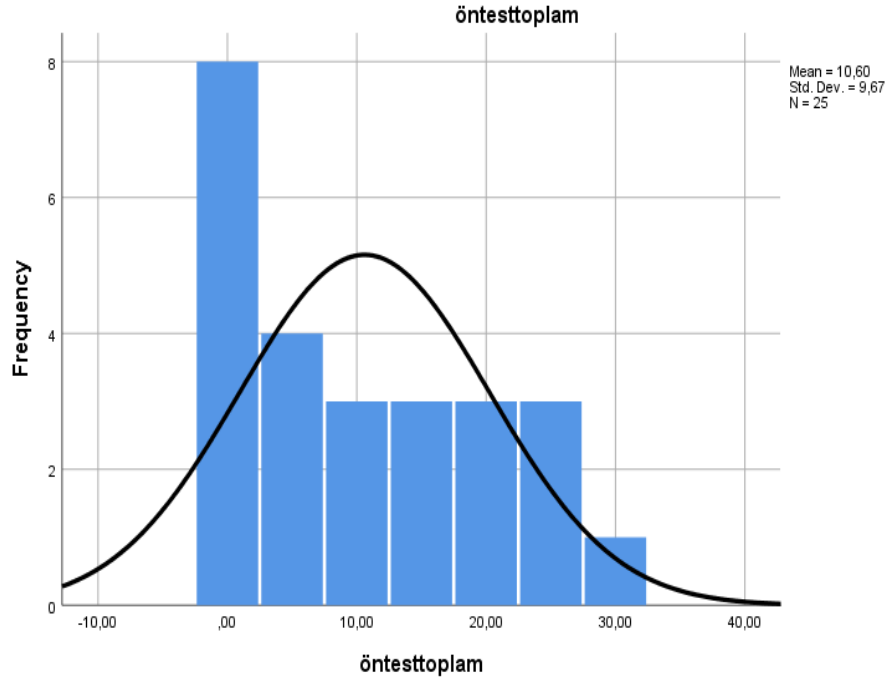
Verilerin dağılımının normal olup olmadığını anlamak için genellikle histogram, basıklık katsayısı, çarpıklık katsayısı, detrended normallik grafiği, Kolmogorov Smirnov ve Shapiro Wilk gibi grafikler ve test metotları kullanılmaktadır. Bu çalışmada da normalliğe histogram ve çarpıklık katsayısı ile bakılmıştır. Kalaycı (2010)'ya göre çarpıklık katsayısı, çarpıklığın standart hatasına oranından çıkan sonuca göre +1.96 ile -1.96 arasındaki değerler için normal dağılım olurken; 1.96'nın üzerinde veya -1.96'nın altındaki değerler +3 ve -3

aralığındaki değerlere kadar 0.05 anlamlılık düzeyinde normal kabul edilebilmektedir. Aşağıdaki tabloda ön ve son test verilerine ait SPSS sonuçları verilmiştir.

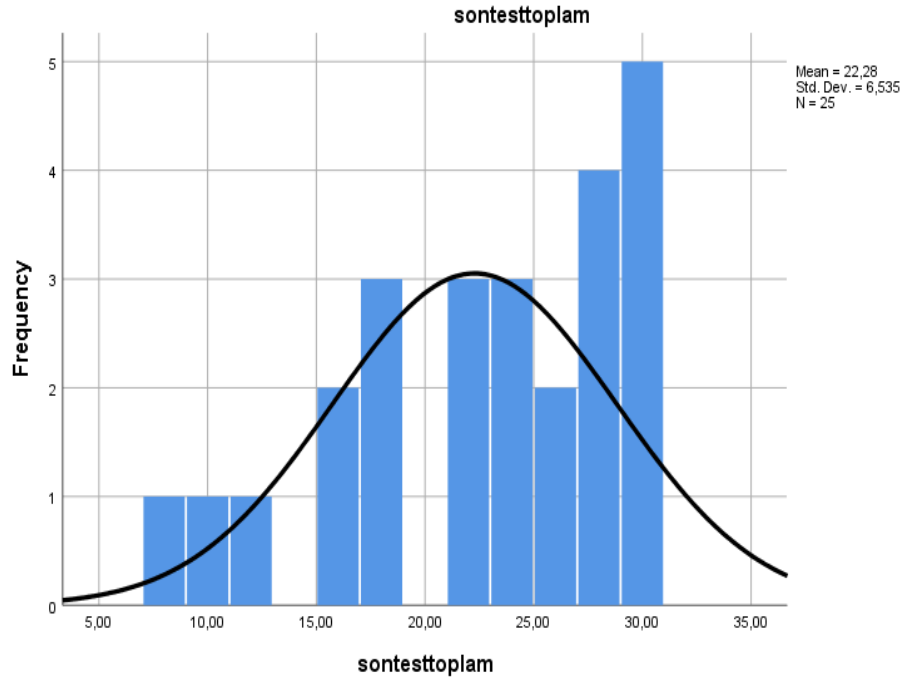
Tablo 4. *Ön Test ve Son Teste Ait İstatistik*

		Ön test toplam	Son test toplam
N	Geçerli	25	25
	Geçersiz	0	0
Ortalama		10.600	22.280
Ortalamanın Standart Hatası		1.934	1.307
Medyan		8.000	24.000
Mod		.000	29.000
Standart Sapma		9.670	6.535
Varyans		93.500	42.710
Çarpıklık Katsayısı		.542	-.754
Çarpıklık Standart Hatası		.464	.464
Basıklık Katsayısı		-1.057	-.333
Basıklık Standart Hatası		.902	.902
Açıklık		29.000	22.000
En Küçük Puan		.000	8.000
En Büyük Puan		29.000	30.000
Toplam		265.000	557.000

Tablo 4'deki sonuçlara bakıldığında ön test için Çarpıklık katsayısı / çarpıklığın standart hatası = $0.542 / 0.464 = 1.168 < 1.960$ olup normaldir. Son test için çarpıklık katsayısı / çarpıklığın standart hatası = $-0.754/0.464 = -1.625 > -1.96$ olduğundan son test de normal dağılım göstermiştir. Ön test ve son teste ait verilerin grafiklerini incelediğimiz zaman yine normal dağılımı görmekteyiz.



Şekil 31. Ön teste ait normal dağılım grafiği.



Şekil 32. Son teste ait normal dağılım grafiği.

Çalışmanın bulgularını incelediğimizde grafikler ve çarpıklık katsayısı ile verilerin normal dağılım olduğu görülmektedir. Buna göre parametrik veya nonparametrik istatistiki tekniklerden hangisinin tercih edileceğine karar verilmiştir. Normal dağılıma sahip veriler üzerinde bağımlı grup T testi kullanılmıştır. Tablo 5 'de ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığını belirlemek için yapılan bağımlı grup T testinin sonuçları verilmiştir.

Tablo 5. *Ön Test ve Son Teste Ait Bağımlı Grup T Testi Sonuçları*

Paired Samples Test								
	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Ön test toplam-Son test toplam	-11.680	6.310	1.262	-14.284	-9.076	-9.256	24	.000

Tablo 5'de elde edilen p değerinin 0.05 anlamlılık düzeyine göre ($p=0.000$) küçük olmasından dolayı ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir. Bağımlı grup T testinin sonuçları incelenerek anlamlılık seviyesine göre etki büyüklüğü de ölçülmüştür. Field (2009) etki büyüklüğünü, araştırmada elde edilen bulguların kabul edilen hipotezde tamamlanan beklentilerden sapma değerini gösteren istatistiki bir değer olarak tanımlamaktadır. Cohen'e (1992) göre eğer, etki büyüklüğü 0.10 ise etki derecesi düşük, 0.30 ise etki derecesi orta ve 0.50 ve daha yüksek değerlerde de etki derecesi yüksektir (Akt., Field, 2009). Testin sonucuna göre $r = \sqrt{\frac{t^2}{t^2+df}}$ formülünü uygularsak etki büyüklüğü 0.883 olarak bulunmuştur. Bu değer etki derecesinin yüksek olduğunu göstermektedir. Matematiksel modelleme etkinlikleri sonrası üslü ifadeler konusunda akademik başarının arttığını söyleyebiliriz. Belirli bir süre sonrasında uygulanan kalıcılık testi ile son test arasında anlamlı fark olup olmadığını araştırmak için yine bağımlı grup T testi kullanılmıştır.

Tablo 6. *Son Test ve Kalıcılık Testine Ait Bağımlı Grup T Testi Sonuçları*

Paired Samples Test								
Paired Differences								
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
				Lower	Upper			
Son test toplam – Kalıcılık testi toplam	1.280	4.514	.903	-.583	3.143	1.418	24	.169

Tablo 6'yı incelersek bağımlı grup T testi sonucunda elde edilen p değeri $0.169 > 0.05$ olduğundan kalıcılık testi ile son test değerlerinin hemen hemen birbirine eşit olduğu ve aralarında bir fark olmadığı anlaşılmaktadır. Etki büyüklüğü $r = \sqrt{\frac{t^2}{t^2+df}}$ formülü kullanılarak 0.278 olarak bulunmuştur. Bu değer etki derecesinin düşüğe yakın olduğunu göstermektedir. Buna göre matematiksel modelleme yöntemiyle üslü ifadeler konusunun öğretiminin hafızada kalıcılık düzeyinin iyi olduğunu söyleyebiliriz.

Matematiksel Modelleme Yöntemiyle Üslü İfadeler Konusunun Öğretimi İle İlgili Öğrenci Görüşleri

‘Matematiksel modelleme yöntemiyle üslü ifadeler konusunun öğretiminin derse olan ilgi tutuma etkisi nedir?’ alt problemine yanıt aranmıştır. Öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleri hakkındaki düşünceleri için içerik analiz yöntemi kullanılmıştır.

Öğrencilerin “Üslü ifadeler konusuna yönelik hazırlanan modelleme etkinlikleri ile ilgili düşüncelerin nelerdir?” 1.sorusuna verdikleri cevaplar Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7. 1. Sorunun Analizi

Kategoriler	f	%
Yararlı, farklı bir çalışma, ince ayrıntılar var. Konuyu daha kolay öğrenmemizi sağladı.	17	68
Yeni başlayanlar için daha uygun.	2	8
Problemler zorlayıcıydı.	2	8
Bazıları gereksizdi.	4	16

Tablo 7’de görüldüğü gibi öğrencilerin modelleme etkinlikleri hakkındaki görüşleri dört kategoride toplanmıştır. Modelleme etkinlikleri ile ilgili öğrenci görüşlerinde, genel olarak öğrenciler; yararlı, farklı bir çalışma olduğunu, konuyu daha kolay öğrenmelerini sağladığını, Yeni başlayanlar için daha uygun olduğunu, problemlerin zorlayıcılığını ve problemlerden bazılarının gereksiz olduğunu ifade etmişlerdir. Aşağıda öğrencilerden her bir kategoriye ait örnek soru cevaplarına yer verilmiştir:

‘Matematiksel Modelleme etkinlikleri ile dersi daha iyi öğrendik ve çalışma konuyu daha iyi kavramamızı sağladı. Ayrıca üslü ifadelerin ne kadar geniş kapsamlı olduğunu gördüm.’

‘Yeni başlayanların konuyu pekiştirmesi için iyi bir şey.’

‘Başta zorlansam da sonlara doğru biraz çözebildim.’

‘Bence bazı problemler çok gereksiz.’

Genel olarak 1. sorunun değerlendirmesi yapılırsa, öğrencilerin modelleme etkinlikleri ile hazırlanan derslerin etkinliklerin öğrencilerde büyük ölçüde olumlu bir etki bıraktığı söylenebilir. Uygulama sürecinde öğrencilerin derse olan motivasyonun yüksek olması da öğrencilerin verdikleri cevaplarla örtüşmektedir.

Modelleme etkinlikleri ile daha önceki derslerde karşılaştığın problemler arasında bir farklılık olduğunu düşünüyor musun? Varsa bu farklılıkları açıkla mısın?” 2. sorusuna verilen cevaplar Tablo 8’de sunulmuştur.

Tablo 8. 2. Sorunun Analizi

Kategoriler	f	%
Farklılık var.	12	48
Çok fark olduğunu düşünmüyorum.	7	28
Kararsızım.	6	24

Tablo 8’de görüldüğü gibi modelleme etkinlikleri ile daha önce karşılaştığın problemler arasındaki farkı ifade eden öğrencilerin cevapları üç başlık altında toplanmıştır. Öğrencilerin yarısı ne yaptıklarının bilincindeyken diğer yarısı aradaki farkı tam olarak idrak edemeyip soruya kısa cevap vermiştir. Ayrıca görüşmenin devamında soru ile ilgili ayrıntıya inmelerini istediğimde büyük çoğunluğu farkı ifade edemedikleri için kararsızım cevabını verdiklerini söylemiştir. Aşağıda öğrencilere ait örnek soru cevaplarına yer verilmiştir:

‘Sadece işleme yönelik olmayan, içerisinde kuralları kendimizin oluşturduğu problemlerdir.’

‘Problemler gerçek hayattan bilgiler içeriyordu.’

‘Normal bir test gibi, başka bir farklılık yok.’

şeklinde cevaplar vermişlerdir.

Öğrencilerin, “Derslerin bu şekilde hazırlanan etkinliklerle işlendiğinde, matematikte daha aktif, ilgili ve başarılı olacağını düşünüyor musun?” 3. sorusuna verdikleri cevaplar Tablo 9’da sunulmuştur.

Tablo 9. 3. Sorunun Analizi

Kategoriler	f	%
Evet	15	60
Kısmen	3	12
Hayır	7	28

Tablo 9’da görüldüğü gibi 15 öğrenci derslerin modelleme etkinlikleri ile işlendiğinde derste daha istekli ve başarılı olacağını ifade ederken yedi öğrenci modelleme etkinlikleri ile işlenen dersin diğer derslere göre bir farklılık olmadığını düşünmektedir. Aşağıda öğrencilere ait örnek soru cevaplarına yer verilmiştir:

‘Matematiksel modelleme problemleri dikkat çekici olduğu için derse olan ilgim arttı.’

‘Dersler daha eğlenceli geçti.’

'Hayır çünkü dersi yavaşlatıyor.'

'Problemleri çözemediğim için böyle işlenmesini istemiyorum.'

ifadelerini kullanmışlardır. Sonuç itibariyle bundan sonraki derslerin model oluşturma etkinlikleri ile işlenmesi görüşü biraz daha ağır basmaktadır.

Öğrencilerin “Günlük yaşamında matematiği kullandığın oldu mu? Sence yaşamımızda matematik var mı? Matematik gerekli bir ders mi?” dördüncü soruya verdikleri cevaplar Tablo 10 'da sunulmuştur.

Tablo 10. 4. Sorunun Analizi

Kategoriler	f	%
Evet	23	92
Hayır	2	8

Tablo 10'u incelediğimizde büyük bir çoğunluk matematiğin yaşamımızda ve gerekli olduğunu belirtmektedir. Aşağıda öğrencilere ait örnek soru cevaplarına yer verilmiştir:

'Hayatımızda matematik var ve matematik gelişmek için, ülkemiz için ve dünya için gerekli.'

'Para hesabı yaparken, pazarlık yaparken, oyun oynarken, ... daha farkında olmadığımız bir çok yerde kullanıyoruz.'

'Gerekli ama eğitimde biraz fazla yoğun.'

şeklinde görüş belirtmişlerdir.

Öğrencilerin, “Bu etkinliklerle işlenen dersler sonucunda, matematik ve günlük yaşam arasındaki ilişkiye yönelik düşüncelerinde ne gibi değişiklikler oldu?” beşinci soruya verdikleri cevaplar Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. 5. Sorunun Analizi

Kategoriler	f	%
Değişiklik oldu	17	68
Hiçbir değişiklik olmadı	8	32

Tablo 11'den 17 öğrencinin matematik ile günlük hayat arasındaki ilişkiye yönelik düşüncelerinde pozitif yönde değişiklik olduğunu, sekiz öğrencinin düşüncelerinde ise değişiklik olmadığını çıkarabiliriz. Öğrenciler:

'Eskiden matematiği nerde kullanacağım diyordum ama şimdi matematiğin hayatın her alanında olduğuna inanıyorum.'

'Pratiklik kazandım.'

'Arasında çok fazla ilişki bulamadım, hiçbir değişiklik olmadı düşüncelerimde.'

şeklinde yorum yapmışlardır.



BEŞİNCİ BÖLÜM

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Araştırmanın bu bölümünde üslü ifadeler konusunda yaşanan sorunların tespiti, matematiksel modelleme yöntemiyle üslü ifadeler konusunun öğretiminin öğrencilerin akademik başarısına etkisi ve ders hakkındaki görüşleri ile elde edilen verilerden ulaşılan sonuçlar ve bu sonuçlara göre geliştirilecek önerilere yer verilmiştir.

Tartışma ve Sonuç

Araştırmada birinci alt probleme yönelik TEOG sınav analizi ve üslü ifadeler bilgi testi aracılığıyla Tablo 2 ve Tablo 3'te gösterilen değerlerle; problem çözememe, birbirine denk ifade oluşturmama, üslü ifadelerin değerini belirleyememe, negatif kuvveti algılayamama, sıfırcı kuvvetin anlamını algılayamama, parantezin anlamını kavrayamama, üslü ifadelerin kuvvetinin değerini bulmada zorlanma, çarpma ve bölme işlemi yapmada zorlanma, kuralları ezber yapıp karıştırmaları gibi sorunlar tespit edilmiştir. Ön lisans öğrencilerinin üslü ifadeler konusundaki yaşadığı zorlukları ve yapılan hataları belirlemek amacıyla farklı sınıf düzeyinde çalışan Crider (1998) çalışmasında araştırmamıza benzer sonuçlar elde ederek birçok yanlış algı saptamıştır (Akt., Duatepe Paksu, 2008). Çalışmamızı destekleyen diğer bir sonuç üslü ve köklü ifadelerle ilgili kavram yanlışlarını ve yapılan yanlışları açığa çıkarmayı ve konunun akılda kalıcılık düzeyini artırmayı hedefleyen Şenay (2002) tarafından elde edilmiştir. Tarama deseninde olan araştırmasının verilerini 20 sorudan oluşan teşhis testi ile toplanmıştır. Ulaşılan bulgular sonucunda; kuvvetleri aynı olan üslü ifade kuralları ile tabanları aynı olan üslü ifade kurallarını ezber yaptıkları için karıştırdıkları, negatif üssü idrak etmede güçlük yaşadıkları, üssün üssünü alamadıkları, çarpma ve bölmede sorun yaşadıkları, negatif sayının yer verildiği hemen hemen her durumda zorluk çektikleri gözlenmiştir. Sorunları giderebilmek için konu ile ilgili temel kavramların iyi öğretilmesi gerektiği, kısacası konunun mantığının kavratılması gerektiği şeklinde önerilerde bulunulmuştur. Benzer bulguların elde edildiği bir diğer araştırma ise Duatepe Paksu (2008) tarafından üslü ve köklü ifadeler ile ilgili alanyazındaki çalışmalarda karşılaşılan güçlükler derlenmiş ve bu güçlüklerin ortadan kaldırılması için çözüm önerilerinin sunulduğu bir çalışma yapılmıştır.

İkinci alt probleme yönelik olarak matematiksel modelleme yönteminin öğrenci başarısına etkisi incelenmiş ve şu sonuçlar elde edilmiştir: Öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleri sonrası anlamlı bir şekilde akademik başarılarının arttığını yapılan bağımlı grup T testinden elde edilen ve Tablo 5’ te gösterilen p değerinin 0.05 anlamlılık düzeyine göre ($p=0.000$) küçük olmasından dolayı söyleyebiliriz. Ayrıca uygulanan kalıcılık testi ile modelleme etkinliklerinin konunun akılda kalıcılık düzeyini artırdığı da yine bağımlı grup T testinin sonuçlarının verildiği Tablo 6’da bulunan 0.169 değerinin 0.05 değerinden büyük olmasıyla anlaşılmaktadır. Çalışmamızla paralellik gösteren matematiksel modellemenin kullanıldığı türev konusunda öğrencilerdeki akademik seviyenin incelendiği Özturan Sağırlı (2010)’nın çalışmasında yarı deneysel desen ile çalışma yürütülmüştür. Çalışmanın veri toplama aracı başarı testleridir ve bu testler 12. sınıfta okuyan 37 fen lisesi öğrencisine uygulanmıştır. Ulaşılan verilerin analizi sonucunda türev konusunun matematiksel model ile öğretiminin yapıldığı grupta akademik başarının daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Işık ve Yıldırım (2015), matematiksel modelleme yöntemi ile çevre ölçme konusunun öğretiminde öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisini araştırmıştır. Araştırmanın sonucunda matematiksel modelleme yöntemi ile öğretimin çalışmamıza paralel olarak 5. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarında artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Benzer diğer bir sonuç Sandalcı (2013) tarafından elde edilmiş ve araştırmada matematiksel model kullanımı ile 6. sınıf öğrencilerinin cebir konusunun öğretimi ve günlük yaşamla bağdaştırılması arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırma sonucunda model kullanımının cebir öğrenimini arttırdığı yönünde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.

Üçüncü alt probleme yönelik olarak öğrenci görüş formu aracılığıyla matematiksel modelleme yöntemiyle üslü ifadeler konusunun öğretimi ile ilgili öğrenci görüşleri alınmış ve şu sonuçlar elde edilmiştir: Öğrencilerin ders hakkındaki düşünceleri içerik analizine tabi tutulduğunda öğrenci düşüncelerinde nötr ve olumsuz durumların yanı sıra çoğunluğunda olumlu yönde değişim yaşandığı Tablo 7, 8, 9, 10 ve 11’de görülmektedir. Öğrenciler derslerin daha eğlenceli geçtiğini, dersin gerekliliğini daha iyi anladıklarını ve matematiğin günlük yaşamla bu kadar ilişkili olabileceğini daha önce düşünmediklerini dile getirmişlerdir. 35 ilköğretim matematik öğretmen adayının matematik öğretim sürecindeki modelleme beceri ve görüşlerini araştıran Çiltaş ve Işık (2013) yapılan uygulamaların neticesinde çalışmamıza paralel olarak öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye yönelik görüş, bilgi ve becerilerinde pozitif yönde gelişim gösterdiklerini saptamıştır. Araştırmamızla benzer sonuç elde eden diğer bir araştırmacı Kal (2013), matematiksel problemleri çözerken matematiksel modellemenin kullanımında öğrencilerin görüş ve tutumlarını belirlemek amacıyla 48 altıncı sınıf öğrencisi ile araştırma yapmıştır. Karma araştırma modeli kullanılan çalışmanın veri

toplama araçları; tutum ölçeği ve görüşme formu iken veri analiz yöntemi betimsel analiz, içerik analizi ve t-testidir. Ulaşılan bulgulara göre matematiksel modelleme kullanılarak gerçekleştirilen öğretimde öğrencilerin problem çözmeye karşı olumlu tutum geliştirdikleri ve bu süreçte haz duydukları belirlenmiştir.

İkinci ve üçüncü alt problemlerin birlikte çalışıldığı benzer araştırmalarda şu sonuçlar elde edilmiştir: Model oluşturma etkinlikleri kullanılarak gerçekleştirilen matematiksel modelleme ile öğretimin öğrencilerin akademik düzeylerine, matematiksel tutumlarına etkisini araştırmak amacıyla Dışbudak (2014) bir ortaokulda bulunan altıncı sınıfta öğrenim gören toplam 60 öğrenci ile araştırma yapmıştır. Betimsel ve içerik analiz yöntemleri ile yorumlanan çalışma sonuçlarına göre akademik başarı açısından model oluşturma yönteminin kullanıldığı öğretim sürecinin geleneksel öğretim yöntemine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadığı sonucu ile araştırmamızdan farklı sonuç elde edilirken, öğrencilerin matematiğe karşı tutumu açısından ise model oluşturma etkinliklerinin, istatistiksel olarak olumlu yönde anlamlı bir fark oluşturduğu çalışmamızı desteklemektedir. Benzer başka bir çalışmada Çiltaş (2011), diziler ve seriler konusunun öğretiminde matematiksel modelleme yöntemini kullanmış ve öğretmen adaylarının başarılarının, tutumlarının ve derse katılımlarının da olumlu sonuçlar gösterdiği sonucuna ulaşmıştır. İspat ve modelleme üzerine araştırma yapan Yılmaz (2015) matematiksel modellerle öğretimi yapılan teorem ispatlarının; öğrencilerin ispat konusundaki fikir, akademik durum ve becerilerini incelemek amacıyla 45 matematik öğretmeni adayı ile çalışmıştır. Benzer sonuçların elde edildiği araştırmada ön testte öğrencilerin ispat yapmaya karşı olumsuz düşüncelere sahip oldukları, süreç sonunda ise matematiksel modellemeye yönelik tutumlarının olumlu yönde değiştiği ve teorem ispatlarını modelleme yöntemi ile daha iyi anladıkları gözlemlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin modelleme yöntemi sayesinde akademik becerileri ve ispat yapma yetenekleri gelişmiş, daha kalıcı bir öğrenmenin oluşturulduğu görülmüştür. Matematik öğretim programının öğretmenler tarafından incelendiği Bilen ve Çiltaş (2015)'ın yaptığı paralel bir diğer araştırmada matematiksel modelleme ile ilgili müfredat çalışması, 58 matematik öğretmeni ile yürütülmüş, ulaşılan sonuçlara göre öğretmenler öğretim programındaki kazanımların azaltıldığını, konuların basitleştirildiğini söylemişler ve matematiksel modellemenin matematik öğretiminde kullanımının öğrencilerde derse olan ilgi ve motivasyonunu artırdığını ve bu sayede öğrenmeye olumlu yönde katkı sağladığını ifade etmişlerdir. Yapılan birçok araştırma da bu çalışmanın sonuçları ile örtüşmektedir. (Blum, 1993; Cinislioğlu, 2017; Çelikkol, 2016; English & Watters, 2004; Eraslan, 2012; Kal, 2013; Karabörk, 2016; Muşlu, 2016; Olkun vd.,2009).

Öneriler

- Öğrenciler ve öğretmenler matematiksel model kullanmaları için teşvik edilebilir. Öğrencilerin modelleri anlamlandırmaları ve matematiği günlük hayatta daha etkin kullanmaları için her düzeydeki öğretim programına matematiksel modellemenin kullanıldığı etkinliklerin konulması önerilmektedir. Öğretmenlerin model kullanımı ile ilgili ayrıntılı ve geniş bilgiye sahip olması öğrencilere model ve modellemenin daha iyi aktarılmasını sağlamaktadır. Bu sebeple öğretmenler için hizmet içi eğitimlerde konu ile alakalı seminerler, konferanslar ve kurslar verilerek öğretmenlerin matematiksel modelleme kullanımı hakkında bilgi sahibi olmaları sağlanabilir. Ayrıca eğitim fakültelerindeki öğretmen adaylarının bu konuda bilgi ve yeterliliğe sahip olması için bazı üniversitelerde uygulandığı gibi öğretim programlarında matematiksel modellemeye yer verilebilir.
- Matematiksel modelleme kullanımının öğretilmesinin önündeki engellerden biri de zaman problemidir. Bu zaman problemini aşabilmek için öğretim programlarında konulara verilen zaman dilimi içerisinde model kullanımı için ayrı süre tanınabilir.
- Matematik uygulamaları dersinde matematiksel modelleme ile konuların öğretimi üzerinde durulabilir. Ünitelendirilmiş yıllık planlar bu doğrultuda hazırlanabilir. Ya da matematik uygulamaları dersi seçmeli olmaktan çıkarılıp zorunlu hale getirilebilir.
- Matematiğin soyut yapısı dikkate alındığında kavramların somutlaştırılması ve günlük hayat ile ilişkilendirilmesi, öğrencilerin matematiğe olan korku ve kaygılarının azaltılmasında, motivasyonu, merakı ve matematik başarısını artırmasında etkili olduğu söylenebilir. Matematiksel modelleme problemleri aynı zamanda öğrencilerin tek bir bakış açısından değil farklı bakış açılarından probleme yaklaşmasını da sağlamaktadır. Bu açıdan matematiksel modelleme yöntemi ile kavramların öğretilmesi bu amaçlara hizmet edebilir.
- Ortaokul düzeyindeki konular için modelleme etkinliklerinin çeşidinin ve sayısının yetersizliği düşünüldüğünde belli konulara ait modelleme etkinlikleri hazırlanarak ya da araştırmalarda kullanılan etkinlikler uyarlanarak modellemeye ders kitaplarının ünite sonlarında yer verilmesi gerçek hayata hazırlanmaları ve matematiği daha iyi anlamlandırmaları adına yardımcı olabilir ve bu alandaki çeşitlilik artırılabilir.

KAYNAKÇA

- Akgün, L., Çiltaş, A., Deniz, D., Çiftçi, Z. & Işık, A. (2013). İlköğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ile ilgili farkındalıkları. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6(12), 1-34.
- Aksoy, N. (2003). Eylem araştırması: Eğitimsel uygulamaları iyileştirme ve değiştirmede kullanılacak bir yöntem. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 9(4), 474-489.
- Albayrak, E. (2017). *Türkiye’de matematik eğitimi alanında yayınlanan matematiksel model ve modelleme araştırmalarının betimsel içerik analizi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi’nden edinilmiştir. (Tez No. 463095)
- Altun, M. (2002). *İlköğretim ikinci kademedeki (6, 7 ve 8. sınıflarda) matematik öğretimi*. Bursa: Erkam Matbaası.
- Amasya elması iki bin yıl sonra yeniden tescillendi. (2017). 18 Mayıs 2017 tarihinde <http://www.kulturvarliklari.gov.tr/TR,52017/amasya-elmasi-2-bin-yil-sonra-yeniden-tescillendi.html> adresinden erişildi.
- Anagün, Ş. S. (2008). *İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerinde yapılandırmacı öğrenme yoluyla fen okuryazarlığının geliştirilmesi: Bir eylem araştırması* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi’nden edinilmiştir. (Tez No. 229235)
- Aslan, A. & Yadigaroglu, M. (2014). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik lisansüstü öğrencilerinin model ve modelleme hakkındaki görüşleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2(3), 111-120.
- Astronomi. (2011). 5 Ekim 2016 tarihinde <https://tr.wikipedia.org/wiki/Astronomi> adresinden erişildi.
- Avcu, R. (2010). Eight graders’ capabilities in exponents: making mental comparisons. *Practice and Theory in System of Education*, 5(1), 39-48.
- Aydın Güç, F. (2015). *Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik tasarlanan öğrenme ortamlarında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi’nden edinilmiştir. (Tez No. 381105)
- Aydın, H. (2008). *İngiltere’de öğrenim gören öğrencilerin ve öğretmenlerin matematiksel modelleme kullanımına yönelik fenomenografik bir çalışma* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Aydoğan Yenmez, A. (2012). *Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin pedagojik alan ve pedagojik bilgilerindeki gelişimin, modelleme yaklaşımına göre tasarlanmış bir mesleki gelişim ve eğitim etkinliği sürecinde incelenmesi* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi’nden edinilmiştir. (Tez No. 318810)
- Aztekin, S. & Taşpınar Şener, Z. (2015). Türkiye’de matematik eğitimi alanındaki matematiksel modelleme araştırmalarının içerik analizi: Bir meta-sentez çalışması. *Eğitim ve Bilim*, 40(178), 139-161.
- Bakırcı, C. (2016). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin PISA matematik başarı düzeylerine etkisi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi’nden edinilmiştir. (Tez No. 450066)
- Baki, A. (2006). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi* (3. baskı). Trabzon: Derya Kitabevi.
- Bal, A. P. & Doğanay, A. (2014). Sınıf öğretmenliği adaylarının matematiksel modelleme sürecini anlamalarını geliştirmeye yönelik bir eylem araştırması. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(4), 1363-1384.

- Baştürk, S. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (1. baskı). Ankara: Vize Yayıncılık
- Bayazit, İ., Aksoy, Y. & Kırnap, M. S. (2011). Öğretmenlerin matematiksel modelleri anlama ve model oluşturma yeterlilikleri. *New World Sciences Academy Academic Journals*, 6(4), 2495-2516.
- Bayram, G. (2013). *8. sınıf öğrencilerinin üslü ifadelerle ilişkin sayı duyuları ve başarıları arasındaki ilişki* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 384161)
- Berry, J. & Houston K. (1995). *Mathematical modelling*. Bristol: J. W. Arrowsmith Ltd.
- Bilen, N. & Çiltaş, A. (2015). Ortaokul matematik dersi beşinci sınıf öğretim programının öğretmen görüşlerine göre matematiksel model ve modelleme açısından incelemesi. *e-Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 40-54.
- Blum, W. & Feri, R. B. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1), 45-58.
- Blum, W. & Leiß, D. (2007). How do students and teachers deal with modelling problems? In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum & S. Khan (Eds.), *Mathematical modelling: education, engineering and economics* (pp. 222-231). Chichester: Horwood Publishing.
- Blum, W. & Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modelling, applications and links to other subjects-state, trends and issues in mathematics instruction. *Educational Studies in Mathematics*, 22(1), 37-68.
- Blum, W. (1993). Mathematical modelling in mathematics education and instruction. In T. Breiteig, I. Huntley & G. Kaiser-Messmer (Eds.), *Teaching and learning mathematics in context* (pp. 3-14). New York: Ellis Horwood.
- Bukova Güzel, E. (2016). *Matematik eğitiminde matematiksel modelleme*. Ankara: Pegem Akademi.
- Bukova Güzel, E. & Uğurel, I. (2010). Matematik öğretmen adaylarının analiz dersi akademik başarıları ile matematiksel modelleme yaklaşımları arasındaki ilişki. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(1), 69-90.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2010). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Cengiz, Ö. M. (2006). *Reel sayıların öğretiminde bir kısım ortaöğretim öğrencilerinin yanlışları ve yanlışları üzerine bir çalışma* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 181515)
- Cheng K. A. (2001). Teaching mathematical modelling in Singapore schools. *The Mathematics Educator*, 6(1), 63-75.
- Cinislioğlu, B. (2017). *Matematiksel modelleme yöntemi ile doğrusal denklemler konusunun öğretiminin ortaokul üçüncü sınıf öğrencilerinin akademik başarısına etkisi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 480360)
- Corona virüsü nedir? (2015). 10 Ekim 2016 tarihinde <https://www.sagligimicinhersey.com/2015/08/enfeksiyon-hastaliklari/corona-virusu-nedir-nasil-bulasir/> adresinden erişildi.
- Cunningham, B. M. (2008). Using action research to improve learning and the classroom learning environment. *Issues in Accounting Education*, 23(1), 1-30.

- Çelik, B. (2015). *Beşinci sınıf kesirler konusunun öğretim sürecinin matematiksel modeller açısından incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 389164)
- Çelikkol, Ö. (2016). *7. sınıf öğrencilerine cebirsel sözel problemlerde matematiksel modelleme uygulaması: Bir eylem araştırması* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 431416)
- Çiltaş, A. (2011). *Dizi ve seriler konusunun matematiksel modelleme yoluyla öğretiminin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının öğrenme ve modelleme becerileri üzerine etkisi* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 301126)
- Çiltaş, A. & Işık, A. (2013). Matematiksel modelleme yoluyla öğretimin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının modelleme becerileri üzerine etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 13(2), 1177-1194.
- Çiltaş, A. & Yılmaz, K. (2013). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının teoremlerin ifadeleri için kurmuş oldukları matematiksel modeller. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 107-114.
- Çömlekoğlu, G. (2001). *Öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine hesap makinesinin etkisi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 112628)
- Deniz, D. (2014). *Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yöntemine uygun etkinlik oluşturabilme ve uygulayabilme yeterlikleri* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 381626)
- Deniz, D. & Akgün, L. (2017) Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin tasarladıkları model oluşturma etkinliklerinin sınıflarda uygulanabilme süreçlerinin incelenmesi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(1), 166-183.
- Dışbudak, K. (2014). *Model oluşturma etkinliklerinin 6.sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve matematiğe karşı tutumlarına etkisi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 381587)
- Doerr, H. M. (1997). Experiment, simulation and analysis: An integrated instructional approach to the concept of force. *International Journal of Science Education*, 19, 265-282.
- Doruk, B. K. (2010). *Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 265182)
- Doruk, B. K. (2011). İletişim becerisinin gelişimi için etkili bir araç: Matematiksel modelleme etkinlikleri. *MED Sayı 1*, 1-12.
- Doruk, B. K. (2012). Değerler eğitimi için kullanışlı bir araç olarak matematiksel modelleme etkinlikleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 12(2), 1653-1672.
- Duatepe Paksu, A. (2008). Üslü ve köklü sayılardaki öğrenme güçlükleri. Özmantar, M. F. & Akkoç, H. (Eds.), *Matematiksel kavram yanlışları ve çözüm önerileri* içinde (ss. 9-39). Ankara: Pegem Akademi
- Durmuş, S. (2011). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının sahip olduğu değerler ve modelleme düzeylerine ilişkin bir inceleme. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 11(2), 1055-1071.
- Ekiz, D. (2003). *Eğitimde araştırma yöntem ve metodlarına giriş*. Ankara: Anı Yayıncılık.

- English, L. D. (2011). Complex modelling in the primary/middle school years. In G. Stillman & J. Brown (Eds.), *ICTMA Book of abstracts* (pp. 1-10). Melbourne, Victoria: Australian Catholic University.
- English, L. D. & Watters, J. J. (2004). Mathematical modelling in the early school years. *Mathematics Education Research Journal*, 16(3), 59-80.
- Eraslan, A. (2011). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının model oluşturma etkinlikleri ve bunların matematik öğrenimine etkisi hakkındaki görüşleri. *Elementary Education Online*, 10(1), 364-377.
- Eraslan, A. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının model oluşturma etkinlikleri üzerinde düşünme süreçleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 12(4), 2953-2968.
- Erbaş, A. K., Kertil, M., Çetinkaya, B., Çakıroğlu, E., Alacacı, C., & Baş, S. (2014). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: Temel kavramlar ve farklı yaklaşımlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(4), 1-21.
- Erdem, Z. Ç., Doğan, M. F., Gürbüz, R. & Şahin, S. (2017). The reflections of mathematical modelling in teaching tools: Textbook analysis. *Adıyaman University Journal of Educational Sciences*, 7(1), 61-86.
- Erkuş, A. (2006). *Sınıf öğretmenleri için ölçme ve değerlendirme: Kavramlar ve uygulamalar*. Ankara: Ekinoks Yayınları.
- Erol, M. (2015). *Modelleme etkinliklerinin 9. sınıf öğrencilerinin matematiksel okuryazarlıkları ve inançları üzerine etkisi* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 395584)
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS*. London, UK: Sage Publications.
- Gay, L. R. (1987). *Educational research competencies for analysis and application* (3rd ed.). Columbus: Merrill Publishing Company.
- Gilbert, J. & Boulter, C. (1998). Models in explanations, Part 1: Horses for courses? *International Journal Science Education*, 20(1), 83-97.
- Gilbert, J. K., Boulter, C.J. & Elmer, R. (2000). Positioning models in science education and in design and technology education. In J.K. Gilbert & C.J. Boulter (Eds.), *Developing models in science education* (pp. 3-18). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Gönen, S., Kocakaya, S. & Kocakaya, F. (2011). Dinamik konusunda geçerliliği ve güvenilirliği sağlanmış bir başarı testi geliştirme çalışması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), 40-57.
- Greenwood J. D. & Levin, M. (2007). *Introduction to action research: Social research for social change* (2nd ed.). USA: Sage Publications.
- Güder, Y. (2013). *Ortaokul matematik öğretmenlerinin matematiksel modellemeye ilişkin görüşleri* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 333868)
- Güler, G. & Temizyürek, A. (2015). Matematik öğretmeni adaylarının ardışık tek sayıların toplamının ispatına yönelik model oluşturma becerilerinin incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 6(3), 446-462.
- Güneş, B., Gülçiçek, Ç. & Bağcı, N. (2004). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(1), 34-48.

- Harrison, G. A. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students? *Research in Science Education*, 31, 401-435.
- Hennig, C. (2010). Mathematical models and reality a constructivist perspective. *Foundations of Science*, 15, 29-49.
- Hıdıroğlu, Ç. N. (2012). *Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme problemlerinin çözüm süreçlerinin analiz edilmesi: Yaklaşım ve düşünme süreçleri üzerine bir açıklama* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 313232)
- Hıdıroğlu, Ç. N. & Bukova Güzel, E. (2013). Matematiksel modelleme sürecini açıklayan farklı yaklaşımlar. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 127-145.
- Hıdıroğlu, Ç. N. & Bukova Güzel, E. (2014). Matematiksel modellemede GeoGebra kullanımı: Boy-ayak uzunluğu problemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36(2), 29-44.
- Hıdıroğlu, Ç. N. & Bukova Güzel, E. (2015). Teknoloji destekli ortamda matematiksel modellemede ortaya çıkan üst bilişsel yapılar. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 6(2), 179-208.
- Hıdıroğlu, Ç. N., Tekin Dede, A., Kula, S. & Bukova Güzel, E. (2014). Öğrencilerin kuyruklu yıldız problemine ilişkin çözüm yaklaşımlarının matematiksel modelleme süreci çerçevesinde incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31, 1-17.
- Hopkins, D. (1993). *A teacher's guide to classroom research* (2nd ed.). Buckingham & Philadelphia: Open University Press.
- Hücre bölünmesi ve kalıtım. (2010). 21 Eylül 2016 tarihinde <http://fatihfenteknoloji.blogspot.com.tr/2010/08/hucre-bolunmesi-ve-kaltm-mitosis.html> adresinden erişildi.
- Işık, N. (2016). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilkökul 4. sınıfta sayılar öğrenme alanına ilişkin zorluk algısı ve başarıya etkisi* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 430676)
- Işık, A. & Mercan, E. (2015). Ortaokul matematik öğretmenlerinin model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(4), 1835-1850.
- Işık, A. & Yıldırım, Z. (2014). Matematiksel modelleme etkinliklerinin 5.sınıf öğrencilerinin matematik dersindeki akademik başarılarına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(2), 581-600.
- İymen, E. (2012). *8. sınıf öğrencilerinin üslü ifadeler ile ilgili sayı duyularının sayı duyusu bileşenleri bakımından incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 325769)
- Johnson, A. P. (2005). *A short guide to action research*. USA: Pearson Publishing.
- Kal, F. M. (2013). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin matematik problemi çözme tutumlarına etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye.
- Kalaycı, Ş. (2010). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri*. Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- Kandemir, M. A. (2011). *Modelleme etkinliklerinin öğrencilerin duyuşsal özelliklerine problem çözme ve teknolojiye ilişkin düşüncelerine etkisinin incelenmesi* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 299321)

- Kapur, J. N. (1998). *Mathematical modeling*. New Delhi: New Age International(P) Ltd.
- Karabörk, M. A. (2016). *Model oluşturma etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin matematik dersi başarılarına etkisi ve öğrencilerin etkinliklere yönelik görüşleri* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 446034)
- Karaca, D. (2004). *Matematik öğretmen adaylarının matematik eğitiminde Vee diyagramı kullanımı* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 149900)
- Karalı, D. (2013). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme hakkındaki görüşlerinin ortaya çıkarılması* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 336327)
- Karasar, N. (1999). *Bilimsel araştırma yöntemi (9. basım)*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Kayhan, M. & Koca, S. A. Ö. (2004). Matematik eğitiminde araştırma konuları: 2000–2002. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26, 72–81.
- Kertil, M. (2008). *Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 221516)
- Kertil, M. (2014). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının bir model geliştirme ünitesi aracılığı ile türevi anlamaları* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 355255)
- Kızılay, N. (2014). *Arkeoloji konularının sınıf içi yaparak yaşayarak öğretiminin 6. sınıf öğrencilerinin tarihsel düşünme becerilerini geliştirmeye etkisi üzerine bir eylem araştırması* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 356171)
- Kol, M. (2014). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematikselleştirme sürecinin bir matematiksel modelleme etkinliği süresince incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 385004)
- Korkmaz, E. (2010). *İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modellemeye yönelik görüşleri matematiksel modelleme yeterlilikleri* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 275237)
- Koylahisar Dünder, T. (2012). *İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinde özdeşlikleri modelleme becerilerinin incelenmesi: origami ile modellenmesi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 308760)
- Köklü, N. (1993). Eylem araştırması. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 26(2), 357- 366.
- Lesh, R., Carmona, G., Hjalmarson, M. & Mason, G. (2006). Working group models and modeling. *PME-NA Proceedings*, 1, 92-95.
- Lesh, R. A. & Doerr, H. M. (2003). *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics teaching, learning and problem solving*. Mahawah, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- Lesh, R. A. & Zawojewski, J. (2007). Problem solving and modeling. In F. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics*. Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Lingefjärd, T. & Holmquist, M. (2005). To assess students' attitudes, skills and competencies in mathematical modeling. *Teaching Mathematics and its Applications*, 24(2-3), 123-133.

- Metin, D. & Leblebicioğlu, G. (2015). Ortaokul 6. ve 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin bir yaz bilim kampı süresince gelişimi. *Eğitim ve Bilim (TED)*, 40(177), 1-8.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2015). *Ortaokul matematik dersi (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara: Milli Eğitim Basımevi.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2017). *Ortaokul matematik dersi (5-8.sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü Basımevi.
- Mills, G. E. (2003). *Action research: A guide for the teacher researchers* (2nd ed.). New Jersey: Merrill Prentice Hall.
- Mousoulides, N. (2007). *A modeling perspective in the teaching and learning of mathematical problem solving* (Doctoral dissertation, University of Cyprus). Retrieved from https://lekythos.library.ucy.ac.cy/bitstream/handle/10797/5927/NICOS%20MOUSOULIDES_PHD.pdf?sequence=6
- Mousoulides, N. G. & English, L. D. (2008, July). *Modeling with data in Cypriot and Australian primary classrooms*. Presented at the in joint meeting of the International Group and the North American Chapter of Psychology of Mathematics Education (PME 32), Morelia, Mexico.
- Muşlu, M. (2016). *Doğal sayılarda işlemler konusunun öğretiminde matematiksel modelleme yönteminin öğrenci başarısına etkisi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 433816)
- National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, Va: NCTM
- Neumann, W. L. (2006). *Social research methods qualitative and quantitative approaches* (6th ed.). Boston: Pearson International Edition.
- Norton, L. S. (2009). *Action research in teaching and learning: A practical guide to conducting pedagogical research in universities*. Abingdon: Routledge.
- Olkun, S., Şahin, Ö., Akkurt, Z., Dikkartin, F. T., & Gülbağcı, H. (2009). Modelleme yoluyla problem çözme ve genelleme: İlköğretim öğrencileriyle bir çalışma. *Eğitim ve Bilim*, 34(151), 65–73.
- Orhun, N. (1998, Mayıs). *Cebir öğretiminde aritmetik işlemlerdeki üslü ve köklü çokluklardaki yanlışlarının tespiti*. Atatürk Üniversitesi 40. Kuruluş Yılı Matematik Sempozyumu, Erzurum.
- Origami. (2010). 15 Eylül 2016 tarihinde <https://tr.wikipedia.org/wiki/Origami> adresinden erişildi.
- Ölçek nedir? (2014, 28 Ekim). 16 Eylül 2016 tarihinde <http://yumurtaliekmek.com/haritada-olcek-nedir-nasil-hesaplanir/> adresinden erişildi.
- Özaltun A., Hıdıroğlu Ç. N., Kula S. & Bukova Güzel, E. (2013). Matematik öğretmeni adaylarının modelleme sürecinde kullandıkları gösterim şekilleri. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 4(2), 66-88.
- Özçelik, D. A. (2010). *Test hazırlama kılavuzu* (4. baskı). Ankara: PegemA Yayıncılık.
- 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.

- Özer Keskin, Ö. (2008). *Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin geliştirilmesi üzerine bir araştırma* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 214541)
- Özgün, D. (2012). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının problem çözme sürecinde ürettiği matematik modellerinin nitel bir yaklaşımla incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 323451)
- Özkan Hıdıroğlu, Y. & Hıdıroğlu, Ç. N. (2016). Matematik öğretmenlerinin matematiksel modellemedeki yaklaşımlarını açıklamada epistemolojik inançlarının incelenmesi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 12(1), 17-40.
- Özturan Sağırlı, M. (2010). *Türev konusunda matematiksel modelleme yönteminin ortaöğretim öğrencilerinin akademik başarıları ve öz-düzenleme becerilerine etkisi* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 279272)
- Öztürk, İ. H. (2012). Tarih öğretmeni eğitiminde eylem araştırması yaklaşımının kullanılması: Bir model önerisi. *Tuhead-Türk Tarih Eğitimi Dergisi*, 1(1), 99-115.
- Paisey, C. & Paisey, N. J. (2005). Improving accounting education through the use of action research. *Journal of Accounting Education*, 23, 1-19.
- Penney, D. & Leggett, B. (2005). Connecting initial teacher education and continuing professional learning through action research and action learning. *Action Learning: Research and Practice*, 2(2), 153-169.
- Pilten, P. (2008). Matematiksel muhakemeyi değerlendirme ölçeği: Ölçek geliştirme, güvenirlik ve geçerlik çalışması. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 297-316.
- Pitta-Pantazi, D., Chiristou, C. & Zachariades, T. (2007). Secondary school students levels of understanding in computing exponents. *Journal of Mathematical Behavior*, 26, 301-311.
- Punch, K. F. (2005). *Sosyal araştırmalara giriş: Nicel ve nitel yaklaşımlar*. Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Sandalcı, Y. (2013). *Matematiksel modelleme ile cebir öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına ve matematiği günlük yaşamla ilişkilendirmelerine etkisi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 347224)
- Sastre, M. T. M. & Mullet, E. (1998). Evolution of the intuitive mastery of the relationship between base, exponent and number magnitude in high-school students. *Mathematical Cognition*, 4(1), 67-77.
- Somekh, B. (2006). *Action research: A methodology for change and development*. Berkshire: Open University Press.
- Sözbilir, M. (2010). Madde Analizi ve Test Geliştirme. 02/09/2017 tarihinde <http://olcmevedegerlendirme.wordpress.com/about/> adresinden alınmıştır.
- Sriraman, B. (2005, February). *Conceptualizing the model eliciting perspective of mathematical problem solving*. Paper presented at the proceedings of the 4th Congress of the European Society for research in mathematics education, Sant Feliu de Guíxols.
- Swetz, F. & Hartzler J. S. (1991). *Mathematical modeling in the secondary school curriculum* (3rd ed.). USA: National Council of Teachers of Mathematics.

- Şahin, N. & Eraslan, A. (2016). Ortaokul öğrencilerin modelleme deneyimleri: Kağıttan uçak yapma yarışması problemi. *Eğitim, Bilim ve Teknoloji Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 34-44.
- Şandır, H. (2010). *Matematik öğretmen ve öğretmen adaylarının tasarladıkları ve uyguladıkları modellemelere ait süreçlerin incelenmesi* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 277985)
- Şen Zeytun, A. (2013). *Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme süreçlerinin ve bu süreçte etki eden faktörlere ilişkin görüşlerinin incelenmesi* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 341056)
- Şenay, Ş. C. (2002). *Üslü ve köklü sayıların öğretiminde öğrencilerin yaptıkları hatalar ve yanlışları üzerine bir araştırma* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 128878)
- Şimşek, H. & Yıldırım, A. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Taşova, H. İ. (2011). *Matematik öğretmen adaylarının modelleme etkinlikleri ve performansı sürecinde düşünme ve görselleme becerilerinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 298531)
- Tekin Dede, A. & Bukova Güzel, E. (2013). Matematik öğretmenlerinin model oluşturma etkinliği tasarım süreçleri ve etkinliklere yönelik görüşleri. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 300-322.
- Tekin Dede, A. & Bukova Güzel, E. (2014). Model oluşturma etkinlikleri: Kuramsal yapısı ve bir örneği. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(1), 95-112.
- Tekin Dede, A. & Yılmaz, S. (2013). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının modelleme yeterliliklerinin incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 4(3), 185-206.
- Tekin Dede, A. & Yılmaz, S. (2015). Altıncı sınıf öğrencilerinin modelleme yeterlilikleri nasıl geliştirilebilir? *International Journal of New Trends in Arts, Sports and Science Education*, 4(1), 49-63.
- Tekin, H. (2003). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* (15. Baskı). Ankara: Yargı Yayıncılık.
- Tuna, A., Biber, A. C. & Yurt, N. (2013). Matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerileri. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(1), 129-146.
- Tutak, T. & Güder, Y. (2014). Matematiksel modellemenin tanımı, kapsamı ve önemi. *Turkish Journal of Educational Studies*, 1(1), 173-190.
- Ural, A. & Ülper, H. (2013). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme ile okuduğunu anlama becerileri arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 6(2), 214-241.
- Uras, G. (2015, 18 Ekim). Mersin balığı ve havyar üretiyoruz. Milliyet. <http://www.milliyet.com.tr/mersin-baligi-ve-havyar-uretiyoruz/ekonomi/ydetay/2133689/default.htm> adresinden edinilmiştir.
- Uygan, C. (2011). *Katı cisimlerin öğretiminde Google SketchUp ve somut model destekli uygulamaların ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının uzamsal yeteneklerine etkisi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 288001)
- Ünveren, E. N. (2010). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının ispata yönelik tutumlarının matematiksel modelleme sürecinde incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 275269)

- Watters, J. J., English, L. D. & Mahoney, S. (2004, April). *Mathematical modeling in the elementary school*. Paper presented at the American Educational Research Association Annual meeting. San Diego, California.
- Wessels, H.(2014). Levels of mathematical creativity in model eliciting activities. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(9), 22-40.
- Yenilmez, K. & Uygan, C. (2015). Sınıf öğretmeni adaylarının doğal sayılarda çarpma işleminin öğretimine yönelik sembol-problem-model bağlamında geliştirdikleri etkinliklerin incelenmesi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 283-292.
- Yıldırım, M. & Sezek, F. (2014). Sınıf öğretmeni adaylarının birleştirilmiş bilimsel süreç becerileri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 22(2), 619-634.
- Yıldız, H. T. (2006). *İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri* (Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi). <http://dspace.balikesir.edu.tr:8080/xmlui/handle/123456789/1625> adresinden edinilmiştir.
- Yılmaz, K. (2015). *Matematiksel modellerle teorem ispatlarının ilköğretim matematik öğretmenliği öğrencilerinin ispat yapabilme becerilerine, ispatla ilgili görüşlerine ve akademik başarılarına etkisi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 394787)
- Yoon, C., Dreyfus, T. & Thomas, M. O. J. (2010). How high is the tramping track? Mathematicing and applying in a calculus model eliciting activity. *Mathematics Education Research Journal*, 22(1), 141-157.
- Zuber-Skerritt, O. (1993). Improving learning and teaching through action learning and action research. *Higher Education Research & Development*, 12(1), 45-58.
- Zuber-Skerritt, O. (2005). Introduction: New directions in action research. In O. Zuber-Skerritt (Ed.), *New directions in action research* (pp. 2-7). London: Falmer Press.

EKLER

EK-1. Kazanımlar

M.5.1.2.10. Bir doğal sayının karesini ve küpünü üslü ifade olarak gösterir ve değerini hesaplar.

M.6.1.1.1. Bir doğal sayının kendisiyle tekrarlı çarpımını üslü ifade olarak yazar ve değerini hesaplar.

M.7.1.1.4. Tam sayıların kendileri ile tekrarlı çarpımını üslü nicelik olarak ifade eder.

Kuvvetin tek veya çift doğal sayı olması durumları incelenir.

M.7.1.3.4. Rasyonel sayıların kare ve küplerini hesaplar.

M.8.1.2. Üslü İfadeler

Terimler veya kavramlar: çok büyük ve çok küçük sayılar, bilimsel gösterim

M.8.1.2.1. Tam sayıların, tam sayı kuvvetlerini hesaplar.

M.8.1.2.2. Üslü ifadelerle ilgili temel kuralları anlar, birbirine denk ifadeler oluşturur.

$a \neq 0$ k, m, n tam sayılar olmak üzere

$$a^0 = 1, \frac{1}{a^n} = a^{-n}, a^n = \frac{1}{a^{-n}}, a^n \cdot a^m = a^{n+m}, \frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$$

$$(a^n)^m = a^{n \cdot m}, (a \cdot b)^k = a^k \cdot b^k, \left(\frac{a}{b}\right)^k = \frac{a^k}{b^k} \quad (b \neq 0)$$

M.8.1.2.3. Sayıların ondalık gösterimlerini 10'un tam sayı kuvvetlerini kullanarak çözümler.

$$\text{Örneğin } 82,53 = 8 \cdot 10^1 + 2 \cdot 10^0 + 5 \cdot 10^{-1} + 3 \cdot 10^{-2}$$

M.8.1.2.4. Verilen bir sayıyı 10'un farklı tam sayı kuvvetlerini kullanarak ifade eder.

Örneğin $51,2 \times 10^5$ sayısı 512×10^4 veya $5,12 \times 10^6$ şeklinde de ifade edilebilir.

M.8.1.2.5. Çok büyük ve çok küçük sayıları bilimsel gösterimle ifade eder ve karşılaştırır.

$|a| \geq 1$ veya 1'den büyük, 10'dan küçük bir gerçektek sayı ve n bir tam sayı olmak üzere $a \times 10^{-n}$ gösterimi "bilimsel gösterim"dir. a 'nın pozitif olduğu durumlarla sınırlı kalınır.

EK-2. Üslü İfadeler Bilgi Testi

1. Aşağıdaki üslü ifadelerin değerlerini bulunuz.

a) $4^3 =$

b) $(-2)^2 =$

c) $3^{-3} =$

d) $(-3)^{-3} =$

e) $5^{-2} =$

f) $(-5)^{-2} =$

g) $5^0 =$

h) $(-10)^0 =$

ı) $0^2 =$

i) $10^4 =$

j) $(-3)^2 =$

k) $-3^4 =$

l) $-2^{-3} =$

m) $7^2 =$

n) $2^7 =$

o) $(-6)^2 =$

p) $2^{-6} =$

r) $(-3)^{-5} =$

s) $(-5)^{-3} =$

2. Aşağıdaki üslü ifadelerin eşitini bulunuz.

a) $(3^2)^3 =$

b) $[(-7)^{-4}]^2 =$

c) $[(-2)^3]^2 =$

d) $(-5^2)^3 =$

e) $[(-8)^{-5}]^{-1} =$

f) $3^{-2} \cdot 5^3 =$

g) $15^6 : 3^2 =$

h) $2^{-4} \cdot 5^{-4} =$

ı) $7^{-5} \cdot 7^4 =$

i) $9^7 : 9^5 =$

j) $8^6:4^6=$

k) $(-5)^2.2^3=$

l) $-3^4.(-3)^2=$

m) $(-2)^{-3}.4^2=$

n) $5^{-2}:(-5)^{-6}=$

o) $1 / 5^{-4}=$

3. Aşağıdaki sayıların çözümlemesini yapınız.

a) $82,12 =$

b) $102,003=$

c) $959,154=$

4. Aşağıdaki sayıların bilimsel gösterimini yazınız.

a) $12. 10^4 = \dots\dots\dots$

b) $-524. 10^{15} = \dots\dots\dots$

c) $3569. 10^{-7} = \dots\dots\dots$

d) $0,25. 10^9 = \dots\dots\dots$

e) $0,00056. 10^{12} = \dots\dots\dots$

Merve ZİHAR

EK-3. Öğrenci Görüşleri

Görüş Formu

1) Üslü ifadeler konusuna yönelik hazırlanan modelleme etkinlikleri ile ilgili düşüncelerin nelerdir?

2) Modelleme etkinlikleri ile daha önceki derslerde karşılaştığınız problemler arasında bir farklılık olduğunu düşünüyor musun? Varsa bu farklılıkları açıkla mısın?

3) Derslerin bu şekilde hazırlanan etkinliklerle işlendiğinde, matematikte daha aktif, ilgili ve başarılı olacağını düşünüyor musun?

4) Günlük yaşamında matematiği kullandığın oldu mu? Sence yaşamımızda matematik var mı? Matematik gerekli bir ders mi?

5) Bu etkinliklerle işlenen dersler sonucunda, matematik ve günlük yaşam arasındaki ilişkiye yönelik düşüncelerinde ne gibi değişiklikler oldu?

ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Kayseri’de doğdu. İlköğretimi Kayseri Sümer Osman Göksu İlköğretim Okulu’nda, orta öğretimi ise Kayseri Nuh Mehmet Küçükçalık Anadolu Lisesi’nde tamamladı. 2012 yılında Kayseri Erciyes Üniversitesi, Ziya Eren Eğitim Fakültesi, İlköğretim Matematik Öğretmenliği Bölümü’nü bitirerek mezun oldu. 2015 yılında Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü’nde İlköğretim Matematik Eğitimi bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı. Halen Milli Eğitim Bakanlığı’nda ortaokul matematik öğretmeni olarak çalışmakta olan Merve ZİHAR evli ve bir çocuk annesidir.

