ULUSLARARASI EĞİTİM BİLİMLERİ DERGİSİ
ISSN: 2149-0848
THE JOURNAL OF INTERNATIONAL EDUCATION SCIENCE

Sınıf İçi Matematiksel Modelleme
Etkinliklerinden Yansımalar

Reflections from In-class Mathematical
Modeling Activities

Esra KARATAŞ*
Abdulkadir TUNA**

Geliş/Submitted: 25.08.2021
Kabul/Accepted: 14.12.2021
Yayın/Published: 26.12.2021

10.29228/INESJOURNAL.52461

Makale Türü:

Araştırma Makalesi

Article Information:

Research Article

Citation / Atıf

Karataş, E. ve Tuna, A. (2021). Sınıf içi matematiksel modelleme etkinliklerinden yansımalar. *The Journal of International Education Science*, 8 (29), 274-296.

Karataş, E. & Tuna, A. (2021). Reflections from in-class mathematical modeling activities. *The Journal of International Education Science*, 8 (29), 274-296.

This article was checked by Intihal.net. Bu makale İntihal.net tarafından taranmıştır.
This article is under the Creative Commons license. Bu makale Creative Commons lisansı altındadır.

*Kastamonu Fen Lisesi, esrakrts@hotmail.com

**Prof. Dr., Kastamonu Üniversitesi, atuna@kastamonu.edu.tr

ULUSLARARASI EĞİTİM BİLİMLERİ DERGİSİ

ISSN: 2149-0848

THE JOURNAL OF INTERNATIONAL EDUCATION SCIENCE

Sınıf İçi Matematiksel Modelleme Etkinliklerinden Yansımalar¹

Reflections from In-class Mathematical Modeling Activities

Esra KARATAŞ

Prof. Dr. Abdulkadir TUNA

Öz: Son yıllarda matematiksel modelleme ile ilgili çalışmaların matematik eğitimi-
minde arttığı görülmektedir. Literatürde matematiksel modelleme ile ilgili yapı-
lan çalışmalar incelendiğinde modellemenin ülkemizde öğrenim gören öğrenciler
tarafından çok bilinmediği ve bu konuda çalışma yapılması gerektiği ve öğrenci-
lerin eğitiminde ilköğretimden itibaren matematiksel modelleme etkinlikleriyle
tanıştırılması gerektiğine dair çalışmalar bulunmaktadır. Bu açıdan, modelleme-
nin taşıdığı önem, öğrencilerin modellemeyi çok bilmediğinin vurgulanması ve
bu konuda çalışma yapılarak modellemenin yaygınlaştırılmasının gerekliliği dü-
şünülmüş ve bu çalışmada öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleriyle ta-
nıştırılarak modelleme sürecinde gerçekleştirdikleri eylemler ve ortaya koyduk-
ları matematiksel düşünceleri sunmak amaçlanmıştır. Çalışmanın uygulama
aşamasında bir devlet fen lisesinde öğrenim gören beş öğrenciye öncelikle mo-
delleme etkinlikleri tanıtılarak modelleme süreci hakkında bilgi verilmiş, daha
sonrasında bir modelleme etkinliği uygulanarak modelleme süreci Borromeo
Ferri (2006)'nin bilişsel matematiksel modelleme aşamalarına (yeterliliklerine)
göre incelenmiştir. Çalışma bulguları ile çalışmamızda yer alan öğrencilerin ma-
tematiksel modelleme sürecindeki davranışları bilişsel matematiksel modelleme
aşamalarına göre değerlendirilmeye çalışılmıştır. Çalışma ile öğrencilerin etkinli-
ğin çözüm sürecinde matematiksel modellemenin aşamalarının özelliklerini or-
taya koydukları görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Matematiksel modelleme, bilişsel matematiksel modelleme,
matematiği anlamlandırma.

Abstract: In recent years, it has been observed that studies on mathematical
modeling have increased in mathematics education. When the studies on math-
ematical modeling are examined in the literature, there are studies that show that
modeling is not well known by the students studying in our country and that
studies should be done on this subject and that students should be introduced to

¹ "COPE-Dergi Editörleri İçin Davranış Kuralları ve En İyi Uygulama İlkeleri" beyanları: Bu çalışma için herhangi
bir çıkar çatışması bildirilmemiştir. Bu çalışma için etik kurul onayı gerekmemektedir. Katkı Oranı Beyanı:
%70-%30. Sorumlu Yazar: Esra KARATAŞ

Statements of "COPE-Code of Conduct and Best Practices Guidelines for Journal Editors": No conflicts of interest
were reported for this article. Ethics committee approval is not required for this article. Author Contributions:
%70-%30. Corresponding Author: Esra KARATAŞ

mathematical modeling activities in their education starting from primary school. In this respect, considering the importance of modeling, emphasizing that students do not know much about modeling, and the necessity of disseminating modeling by making studies on this subject, it is aimed to introduce the students to mathematical modeling activities and present the actions they performed during the modeling process and the mathematical thoughts they put forth. In the application phase of the study, five students studying at a state science high school were first introduced to modeling activities and informed about the modeling process, and then a modeling activity was applied and the modeling process was examined according to Borromeo Ferri (2006)'s cognitive mathematical modeling stages (competences). With the findings of the study, the behaviors of the students in our study in the mathematical modeling process were tried to be evaluated according to the cognitive mathematical modeling stages. With the study, it was seen that the students revealed the characteristics of the stages of mathematical modeling in the solution process of the activity.

Keywords: Mathematical modelling, cognitive mathematical modeling, making sense of mathematics.

Giriş

Matematiksel modelleme 1980'li yıllarda farklı ülkelerin matematik dersi öğretim programlarında yer almaya (Blomhøj ve Kjeldsen, 2006; Çakmak Gürel ve Işık, 2018) başlamıştır. Matematiksel modellemenin matematik dersi öğretim programlarında yer alması fikri öğrencilerin matematiği daha anlamlı ve gerçek hayatla ilişkili öğrenmelerine yardımcı olacağı düşüncesine dayanmaktadır (Erbaş, Çetinkaya ve Çakıroğlu, 2013). Bu düşünceyle matematiksel modelleme ülkemizde de son yıllarda ilköğretim, ortaöğretim ve yükseköğretim düzeyinde matematik derslerinde yer alması gündeme gelmiştir (Erbaş ve diğerleri, 2016).

Matematiksel modelleme bir aktivitedir, durağan bir yapıyı barındırmamaktadır. Matematiksel modellemenin anlaşılabilmesi için öncelikle model ve modelleme kavramlarını ele almak gerekmektedir. Model ve modelleme kavramları farklı alanlarda farklı anlamlarda kullanılmaktadır. Çalışmada model ve modelleme kavramları bilimsel anlamda kullanılmaktadır. Model kelimesi basit anlamıyla hem basitleştirilmiş tahminler hem de değişkenler arasında olduğu varsayılan ilişkiler için (Ural, 2018); modeller, bir takım karmaşık sistemleri, tanımlamak ve açıklamak için kullanılmaktadır (Erbaş ve diğerleri, 2016). Lesh ve Doerr (2003) ise modeli gerçek dünyadaki nesneleri anlamak için kullanılan ilişki ve kuralları içeren kavramsal sistemler olarak tanımlamıştır (Dede, Akçakın ve Kaya, 2020). Modelleme ise olayları ve problemleri yorumlama sürecinde problem durumlarını zihinde düzenleme, koordine etme, sistemleştirme ve organize edip bir örüntü bulma, zihinde farklı şemalar ve modeller kullanma ve oluşturma süreci (Tutak ve Güder, 2014) olarak tanımlanmaktadır. Yani, “model” bir süreç sonunda oluşturulmuş ürünü veya yapıyı ifade ederken; “modelleme” ise bir durumun fiziksel, sembolik ya da soyut modelini oluşturma sürecini ifade etmektedir (Erbaş ve diğerleri, 2016).

Matematiksel modelleme, gerçek yaşam bağlamındaki problemlerin matematiksel olarak tanımlanıp formüle edildiği yani matematikselleştirildiği, matematiksel olarak çalışıldığı ve matematiksel çözümün, problemin çözümünün temelinde yorumlandığı süreçtir (Ural, 2018).

Matematiksel modelleme döngüsel bir süreci içerir ve farklı araştırmacılar tarafından farklı bakış açıları ile ele alınarak farklı modelleme yaklaşımları ortaya konmuştur (Tablo 1). Araştırmacıların matematiksel modelleme sürecini algılayışı, modellemeyi farklı amaçla kullanma isteği, ele aldıkları modelleme problemlerinin özellikleri, kullandıkları araçlar, süreci bireysel veya grup çalışması şeklinde yürütüp yürütmedikleri ve öğrenci eylemleri (Bukova Güzel, 2019) matematiksel modelleme sürecini farklı yaklaşımlarla farklı şekillerde ele almalarında etken olmaktadır. Bu çalışmanın amacı öğrencilerin modelleme sürecinde gerçekleştirdikleri eylemleri problem çözümü sürecinde incelemek olduğu için modelleme süreci bilişsel matematiksel modelleme yaklaşımı çerçevesinde ele alınmaktadır. Bilişsel bakış açısında amaç, bireylerin modelleme süreçlerinde gerçekleştirdikleri bilişsel eylemleri analiz etmektir. Yani, bilişsel modellemede modelleme sürecinde öğrencilerin bilişsel süreçlerin analizine ve matematiksel düşünme sürecinin geliştirilmesine odaklanılmaktadır (Aztekin ve Taşpınar Tekin, 2015).

Tablo1. Matematiksel modelleme yaklaşımları (Kaiser ve Sriraman, 2006'dan akt. Aydın Güç ve Baki, 2016)

Yaklaşım	Ana amaç	Matematiksel modelleme etkinlikleri	Araştırmacı
Gerçekçi veya uygulamalı matematiksel modelleme	Gerçek bir içerikte uygulamalı problem çözme olarak matematiksel modelleme problemlerini çözebilme becerilerinin kazandırılması	Matematiksel bilginin mühendislik, çevre, diğer bilimler gibi alanlardaki problem durumlarında uygulanması	Pollak
Bağlamsal matematiksel modelleme	Yapaylıktan uzak, uygun gerçek bir bağlam içinde a. Didaktik matematiksel modelleme b.Kavramsal matematiksel kavramların öğretimi	Modelleme oluşturma etkinlikleri	Lesh ve Doerr
Eğitimsel matematiksel modelleme a. Didaktik matematiksel modelleme b.Kavramsal matematiksel modelleme	Pedagojik ve konu ilgili hedefler: a.Öğrenme süreçlerinin yapılandırılması ve desteklenmesi b.Kavrama giriş ve yapılandırma	Uygun süreçleri içeren ve kavram öğretme etkinlikler	Niss, Blum ve Galbraith
Epistemolojik veya teorik matematiksel modelleme	Matematiksel kavramlar arası ilişkilerin kurulması ve bunların üzerine konuşulması	Gerçekliğin ikinci planda olduğu, içinde matematik olan her	Mette Anderson

		uğraş	
Sosyo-kritik matema- tiksel modelleme	Yaşanılan çevre ve kültürel yapıya uygun eleştirel dü- şünme becerileri kazandırma	Basitten karmaşığa matematik içeren mo- delleme etkinlikleri	Skovsmose
Üst yaklaşım			
Bilişsel matematiksel modelleme	Matematiksel modelleme sü- reci boyunca ortaya çıkan bilişsel süreçlerin analiz edil- mesi ve bilişsel sürecin anla- şılması	Matematiksel model- leme etkinlikleri öğren- cilerin düşünme süreç- lerini anlama ve des- teklemede yol gösterici bir ortam sağlar	Borromeo- Ferri

Bilişsel perspektif altında modelleme sürecine odaklanan modelleme araştırmalarına Borromeo Ferri'nin (2006) çalışması örnek gösterilebilir (Şekil 1).

Şekil 1. Bilişsel Perspektif Altında Modelleme Döngüsü (Borromeo-Ferri, 2006)

Borromeo-Ferri (2006)'e göre modelleme süreci altı aşamadan oluşmaktadır. Bu döngüde belirtilen aşamalar şu şekildedir: 1) Problemi anlama 2) Problemi sadeleştirme/planlama; problem için gerekli matematiksel bilgileri kullanma ve gerekliliğine karar verme 3) Matematikleştirme: öğrencilerin/bireylerin farklı matematiksel bilgiye ve kullanıma olan ihtiyacının artması 4) Matematiksel olarak çalışma: öğrencilerin/bireylerin matematiksel yeteneklerini kullanma 5) Yorumlama ve son olarak 6) Doğrulama.

Borromeo-Ferri (2006)'nin matematiksel modelleme sürecine göre modelleme bir dizi izole ve lineer ilişkili adımlardan değil bu basamakların karşılıklı ve döngüsel etkileşimiyle gerçekleşmektedir. Örneğin modellemeyi yapan kişi üçüncü basamakta bir sorunla karşılaştığında tekrar ikinci basamağa ya da beşinci basamakta sorunla karşılaştığında üçüncü basamağa da geçiş yapabilir (Tutak ve Güder, 2014).

Son yıllarda özellikle matematik eğitiminde matematiksel modelleme üzerine odaklanan araştırmaların arttığı görülmektedir (Ural, 2018). Literatürde matematiksel modelleme ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde modellemenin ülkemizde öğrenim gören öğrenciler tarafından fazla bilinmediği ve bu konuda çalışma yapılması gerektiğine (Akgün, Çiltaş, Deniz, Çiftçi ve Işık, 2013; Yavuz Mumcu ve Baki, 2017) dair araştırmaların bulunduğu ve öğrencilerin eğitiminde ilköğretimden itibaren matematiksel modelleme etkinlikleriyle tanıştırılmasına (Doruk ve Umay, 2011; Aztekin ve Şener, 2015; Canbazoglu ve Tarım, 2021) dair öneriler bulunmaktadır. Bu açıdan, modellemenin taşıdığı önem, öğrencilerin modellemeyi fazla bilmediğinin vurgulanması ve bu konuda çalışma yapılarak modellemenin yaygınlaştırılmasının gerekliliği düşünülerek bu çalışmada öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleriyle tanıştırılarak modelleme sürecinde gerçekleştirdikleri eylemler ve ortaya koydukları matematiksel düşünceleri sunmak amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, aşağıdaki araştırma sorularına cevap aranmıştır?

- Öğrenciler problemin çözüm sürecinde modelleme sürecindeki basamaklarda/aşamalarda hangi eylemleri/becerileri sergilemişlerdir?
- Öğrencilerin problemin çözümünde karşılaştıkları güçlükler nelerdir?
- Öğrencilerin problemin çözümünde ortaya koydukları matematiksel düşünceler nelerdir?
- Öğrenciler problemin çözümünde modelleme sürecindeki aşamalardan hangi basamağa kadar ilerlemişlerdir?

Yöntem

Araştırmanın Modeli

Bu çalışma nitel bir çalışma olarak tasarlanmıştır. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması deseni kullanılmıştır. Durum çalışması, tek bir durum veya olayın derinlemesine incelendiği, gerçek ortamda neler yaşandığına bakıldığı ve verilerin sistematik bir şekilde toplandığı bir yöntemdir (Subaşı ve Okumuş, 2017). Bu bağlamda araştırmada, bilişsel düzeyleri yüksek öğrencilerin ‘Caddede park yeri’ adlı etkinlik ile ortaya koydukları bilişsel eylemleri incelemek amaçlandığından nitel araştırma yaklaşımlarından durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Öğrencilerin modelleme sürecinde öğrencilerin bilişsel davranışları incelendiği için bilişsel matematiksel modelleme süreci baz alınmıştır.

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2020-2021 eğitim-öğretim yılında bir devlet fen lisesinde öğrenim görmekte olan on birinci sınıf beş öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmaya katılacak öğrencilerin belirlenmesinde, herhangi bir matematiksel başarı testi uygulanmamış, öğrencilerin derslerine girmekte olan matematik öğretmenlerinin görüşleri alınarak ve onuncu sınıf yılsonu matematik dersi notları göz önüne alınarak derslerinde başarılı olarak bilinen (100 üzerinde 85 ve üzeri alabilen) gönüllü öğrencilerden seçilmiştir. Etkinlik beş öğrenciye; ikisi grup, üçü bireysel çalışma olacak şekilde uygulanmıştır. Grup çalışması yapacak öğrenciler, sınıf öğretmenlerinin görüşleri doğrultusunda işbirliği içerisinde çalışabilecek ve aynı

şubede okuyan birbirini tanıyan iki öğrenciden oluşturulmuştur.

Çalışmada Sınırlılıklar

- Covid-19 salgını nedeniyle yüz yüze eğitimin ve sınıf gözlemlerinin yapılamaması.
- Öğrencilerle yapılan görüşmelerin/çalışmaların zoom üzerinden kısıtlı zaman dilimlerinde ve az sayıda yapılması.
- Öğrencilerin 11.sınıf olması nedeniyle üniversite sınav kaygısını yaşamaları.

Veri Toplama Aracı

Öğrencilere uygulanacak modelleme problemi 'Lise matematik konuları için günlük hayattan modelleme soruları' kitabından alınan 'Caddede park yeri' problemidir. Problem seçilirken aşağıdaki ölçütler dikkate alınmıştır:

- Sınıfın seviyesine (11.sınıf), öğrencilerin ilgisine ve dünyalarına uygun olması,
- Ortaöğretim matematik müfredatının kazanımlarına uygun olması,
- Günlük hayatta karşılaştığımız/karşılaşabileceğimiz bir problem durumunu içermesi,
- Farkındalık içermesi (Park yerinin önemi, Engelliler için otopark alanını düşünme gibi).

'Caddede park yeri' problemi öğrencilerin ihtiyaçları ve yetenekleri göz önünde bulundurularak revize edilmiştir.

Caddede Park Yeri Etkinliği Problemi

Bir şehir planlamacısı iki yönlü bir yolun kenarında, evlerin önünde araba park yeri tasarlamak için sizden yardım istiyor. Şehir planıcısının amacı caddede park edilebilecek araç sayısının en fazla olacağı düzeni sağlamaktır. Park yeri olarak kullanılacak yer yolun 150 m uzunluğundaki kısmını oluşturuyor. Yolun toplam genişliği 18 m'dir. Sizden istenen yolun bu 150 m'lik kısmına en fazla sayıda araç park edilebilecek şekilde park yerleri tasarlamaktır. Şehir planlamacısına en fazla sayıda araç park edilebilmesi için nasıl bir park tasarımı önerisinde bulunurdunuz? Nedenleriyle açıklayınız.

Veri Toplama

Nitel araştırmalarda yaygın olarak kullanılan veri toplama yöntemleri görüşme, gözlem ve doküman incelemesidir (Kuzu, 2013). Bu çalışmada veriler, uzaktan eğitim sürecinde gerçekleştirilen online derslerdeki gözlemler, belge analizi ve zoom üzerinden yapılan görüşmeler gerçekleştirilerek toplanmıştır. Verilerin toplanması için öğrencilerle zoom üzerinden iki toplantı yapılmıştır: İlk toplantı matematiksel modelleme hakkında bilgilendirme (40+ 40+ 40) , ikinci toplantı 'Cadde park yeri' etkinliği çözümlerinin sunumu ve tartışma (40+ 40).

Modelleme Etkinliğine Hazırlık Çalışması(İlk Toplantı)

Öğrencilere 'Caddede park yeri' modelleme etkinliği uygulanmadan önce 'Saman balyası' etkinliği uygulanmıştır.

Saman Balyası Problemi

Yandaki şekilde en alt sırada 5 saman balyası bulunmaktadır. Bir üst sıraya geçildiğinde her defasında bir saman balyası eksilmektedir. En üstte bir saman balyası kaldığına göre tüm yığının yüksekliği ne kadardır? En iyi tahmininizi yapınız ve neden o sayıyı tahmin ettiğinizi matematiksel işlemler ile açıklayınız. Düşüncelerinizi detaylı yazınız (Saman Balyası Problemi, Borromeo Ferri, 2007'den akt. Hıdıroğlu ve Özkan Hıdıroğlu, 2017).

Saman balyası problemine dair öğrencilerin sorduğu sorular:

Ö1: Tam sayı olması gerekiyor mu?(sonuç için soruyorlar)

Ö2: Rasyonel sayı olması gerekiyor mu?

Ö3: Sadece saman balyası olarak mı düşüneceğiz? Saman balyalarını üst üste koyduğumuzda öyle duracak mı? Realistik mi düşüneceğiz? Kafamıza göre takılacak mıyız?

Ö3: Tek çözüm mü sunmak durumundayız?

Ö1: Hocam eğer balyalar eşit olursa ben bir çözüm buldum ama... Eşit olmazsa nereden gideceğimi anlamadım.

Ö4: Saman balyalarını dik mi koyacağız yoksa yatayda koyabilir miyiz? Hani silindir gibi düşünüp...

Ö2: Saman balyası eksilmektedir diyor ya nereden eksiliyor? Yani alta 5 saman balyası koymuş. Elindeki saman balyalarını birer birer eksilterek mi koyuyor.

Saman balyası probleminin çözümleri:

Çözüm 1:

Çözüm 2:

1. çözümde varsayım kullanılmıştır (Saman balyaları eş ve yarıçapları r olursa). Çözümde kullanılan matematiksel ifadeler doğrudur.

2. çözümde saman balyaların duruşuna göre saman balyaların şeklinin farklı görünebileceği düşünülmüş. Çözümdeki 2. şekilde yükseklik için $10r$ düşünülürken, çemberlerin birbirinin arasına geçmesi düşünülmemiştir.

Çözüm 3:

Çözüm 4:

3. çözümde iki farklı durum sunulmuştur. İki çözümde matematiksel olarak doğrudur. İkinci çözümde dikkat çeken nokta, saman balyalarının silindirik şeklinde alınmış olmasıdır.

4. çözümde saman balyalarının ağırlıklarından dolayı saman balyalarının birbirlerine uyguladıkları basınçtan ideal bir sistem düşünülmemiştir.

Çözüm 5:

5. çözümde kullanılan matematiksel ifadeler doğrudur.

Öğrencilerin çözümleri incelendiğinde kurulan matematiksel ifadelerin genel olarak doğru olduğu görülmektedir. Ancak öğrencilerin hiçbirisi problemde verilen şekiller arasındaki ilişkiyi (saman balyalarının yarıçaplarının uzunluğu ile problemin matbusunda yer alan resimdeki insanın kol boyunun ya da bacak boyunun uzunluğu arasındaki ilişki) problemin çözümünde kullanmamıştır. Bu bağlamda, öğrencilere saman balyasının yarıçapının uzunluğu ile insanın kol boyunun (ya da bacak boyunun) uzunluğunu ilişkilendirebilmeleri için gerekli yönlendirmeler yapılarak saman balyası etkinliği sonlandırılmıştır.

Saman balyası etkinliğinden sonra öğrencilere kısaca matematiksel modelleme anlatı-

olarak modelleme sürecindeki adımlar gösterilmiştir. ‘Caddede park yeri’ etkinliği öncesinde etkinliğe hazırlık için öğrencilere park yerleri ve araçların park edilmesi ile ilgili anekdot anlatılmıştır. Öğrencilere, arabaları varsa ailelerinin arabalarını nereye park ettikleri, ailelerinin arabalarını park edebilecekleri bir yer bulup bulamadıkları, ailelerinin araba park ederken sorun yaşayıp yaşamadıkları ve sorun yaşıyorsa hangi sorunları yaşadıkları sorularak öğrencilerin dikkati park yerlerine ve yaşanan park sorunlarına çekilmeye çalışılmıştır.

Yukarıdaki çalışmalar yapıldıktan sonra ‘Caddede park yeri’ etkinliği öğrencilere verilmiştir. Araba park yerlerine dair resimler paylaşılmıştır. Öğrencilere problemde anlamadıkları bir şey olup olmadığı sorulmuştur. Bu etkinlik için bir haftanın yeterli bir süre olup olmadığı isterlerse ara toplantılar yapılabileceği söylenilmiştir.

Yukarıdaki çalışmalar yapıldıktan sonra ‘Caddede park yeri’ etkinliği öğrencilere verilmiştir. Araba park yerlerine dair resimler paylaşılmıştır. Öğrencilere problemde anlamadıkları bir şey olup olmadığı sorulmuştur. Bu etkinlik için bir haftanın yeterli bir süre olup olmadığı isterlerse ara toplantılar yapılabileceği söylenilmiştir.

Verilerin Analizi

Etkinlik sürecinde, öğrencilerin problem çözüm sürecinde gösterdikleri davranışlar bilişsel modelleme yaklaşımı çerçevesinde ele alınıp Borromeo Ferri’nin (2006) bilişsel matematiksel modellemesinin öngördüğü altı aşama üzerinden incelenmiştir.

Elde edilen bulguların sunumunda modelleme sürecindeki Borromeo Ferri’nin (2006)’nin bilişsel matematiksel modelleme aşamaları, Problemi anlama, Verilen problem durumuna göre değişen farklı matematiksel bilgileri kullanarak problem durumunu yapılandırma ve basitleştirme, matematikleştirme, matematiksel çalışma, yorumlama ve doğrulama başlıkları altında ulaşılan sonuçları pekiştiren alıntılara yer verilmiştir. Bireysel çalışan öğrenciler $\bar{O}_1, \bar{O}_2, \bar{O}_3$ ve grup çalışması yapan öğrenciler G_1, G_2 kodları ile kodlanmıştır.

Bulgular

1. Problemi Anlama: Bu aşama bireyin mevcut problem durumunu anlayıp değişkenleri anlamlandırdığı ve problemle ilişkisini kurmaya çalıştığı aşamadır. Bu aşamada öğrencilerin yolun iki tarafına ölçülerini kendilerinin belirleyeceği, arabaların rahat ama en çok sayıda park edebilecekleri bir park yeri tasarımları gerektiğini anlamaları beklenmektedir. Tüm öğrenciler bu aşamada problemi anlayıp, değişkenleri doğru olarak belirleyip problemi tanımlamışlardır.

Grup’un problem tanımı:

21. Yüzyılla birlikte daha da artan teknolojik gelişmeler sayesinde otomotiv sektörü büyük bir gelişme gösterdi. Ülkelerdeki artan refah düzeyi ve şehirleşmelerle birlikte ulaşım ihtiyacına ek olarak konfor ve hız da vasıtalar için önemli bir unsur oldu. İnsanların bu taleplerini karşılamak için fabrikalar otomotiv üretimini arttırdı. Bu durum trafik ve park sorununu beraberinde getirdi. Problemimiz

artan park ihtiyacını en verimli ve maksimum araç kapasitesiyle sağlamak ve bunun için uygulanabilir bir proje geliştirmektir.

Biz problem için yaşadığımız şehri ve bu şehrin caddelerini baz alarak nesnelleştirmeye çalıştık. Uygulanabilirlik ve gerçekte ölçüşmesi en önem verdiğimiz fikrimizdi.

Araçların genişliğini, far dahil genişliğini, yol genişliğini, şerit sayısı hesaplaması yapmayı, trigonometriyi günlük düzene uydurmayı, şehir planlarının neler düşünülerek yapıldığını öğrendiğimizi düşünüyoruz ve bir ekip çalışması olduğu için birbirimizin fikirlerinden destek alarak total bir fikir çıkarmaya ve bu fikri sanki biz oluşturmamış gibi çürütmeye ve bize gelebilecek sorulara nasıl cevap verebiliriz bunu tartıştık.

Ö₁'in problem tanımı:

Bir şehir planlamacısı iki yönlü bir yolun kenarında, evlerin önünde araba park yeri tasarlamak istiyor. Şehir planlamacısı caddede park edilebilecek araç sayısının en fazla olacağı düzeni sağlamayı amaçlıyor ve bunun için bizden yardım istiyor. Yolun uzunluğu 150 metre genişliği ise 18 metredir. Bizden yolun 150 metrelik kısmına en fazla sayıda araç park edilecek tasarımı bulmamız isteniyor.

Şehirlerdeki en büyük problemlerden biri araç park sorunudur. Bu problemde bu sorunu çözmeyi amaçlıyor.

Ö₂'nin problem tanımı:

Bir şehir planlamacısı 18m genişliğindeki yolun 150m'lik kısmına max araç sayısına ulaşacağı bir park yeri tasarlamak istemektedir.

İnsanların park yerlerdeki en önemli sorunu, park yerlerinin küçük olmasıdır ve tabii ki bunu belli bir standarda göre yapılımlarını istemektedirler bu yüzden de daha fazla araç sığdırmak için dar ve kullanışsız bir park yeri yapılmasını doğru bulmuyorum. Ayrıca bunu yaparken araç yolunu da kısıtlamadan yapmamız lazım.

2. Problemi Sadeleştirme: Bu aşama bireyin problem durumunun kritik bileşenlerini belirlediği aşamadır. Bu aşamada öğrencilerin park yerinin tasarımındaki değişkenleri; yolun geliş ve gidiş yönü için yolun genişliğini, bir arabanın park edebileceği alanın ölçülerini, arabanın park durumu gibi kritik bileşenleri belirleyip bu bileşenler ile ilgili varsayımda bulunması ve park yerlerinde engelli park yeri gibi alanları düşünmeleri beklenmektedir. Bütün öğrenciler probleme dair değişkenleri belirleyerek varsayımlarda bulunmuşlardır. Varsayımlarını gerektiğinde gerekçelendirmişlerdir.

Grup'un varsayımları:

Kaldırımın olmadığını varsaydık, evlerin önünde olan bir caddeye tır kamyon gibi şehir içi park yasağı olan araçların gerçek hayattaki gibi park edilemeyeceğini varsaydık ve arabaları yolda sıkça karşılaşılan klasik araba, jeep, motor ve tabii şehir planında da olduğu gibi belediyenin çöp kamyonları ölçülerine göre ayarladık ve o ölçüleri baz alarak probleme bir çözüm önerisi sunmaya çalıştık.

Ö₁'in varsayımları:

Araçları yola dik bir şekilde yerleştirirsek en fazla sayıda araç park edilebilir ve araba giriş çıkışında sorun yaşanmaz.

Ö₂'nin varsayımları:

"Otopark Yönetmeliği"ne ve "Karayolu trafik düzenlemeleri ile yolağı kullanımının verimliliğinin artırılması" çalışmasına uygun bir park alanı

Evlerin direkt yola açıldığını düşündüm. Ev önü dediği için de kaldırım ekledim.

Çift yönlü yol

Her yön tek şerit

Yolun her 150m'lik 2 tarafında da park alanı olacak şekilde

Engelli park alanı ve motosiklet park alanı olması gerektiği

3. Matematikselleştirme: Bu aşama bireyin problem durumunun temel bileşenleri arasındaki ilişkileri kapsamlı bir şekilde ele alarak matematiksel temsil oluşturduğu aşamadır. Bu aşamada öğrencilerin belirledikleri bileşen ve varsayımlarından hareketle zihinlerindeki park alanlarını resmetmeleri ve çizimlerindeki bileşenler arasındaki ilişkileri kurmaları beklenmektedir. Bütün öğrenciler arabaların gelişi, gidiş yönü için, arabaların park edecekleri park yerleri için olması gereken ölçüleri internetten araştırmış, çevresini gözlemlemiş ve bunlar sonucunda uygun notasyonları seçip resmetmişlerdir. Bazı öğrenciler tasarımlarına engelli park yeri, bisiklet ve motosiklet park yerleri eklemiştir.

Grup'un çalışması:

Ö₁'in çalışması: Ö₂'nin çalışması:

Park yeri girişlerinin yolun yönüne uygun bir eğimle yapılması gerekiyordu. "Otopark Yönetmeliği"ne göre %5 oranında engelli park alanı ve en az %1 oranında motosiklet park alanı yapılması gerekiyordu. Normal park alanı (yol üstü araç park alanı) gerçekte 2.40x4.90m boyutlarında olmalı ben de ölçeklendirdiğim boyuta göre 2.5x5cm olacak şekilde yaptım. (109 tane)

Ö₂, çapraz park durumunda matematiksel temsil oluştururken paralelkenar şeklindeki park alanına park edecek arabaların kaplayacağı bölgenin dikdörtgen şeklinde olduğunu düşünmemiştir.

Engelli park alanı da 3.50x4.90m olmalı gerçek boyutlarda bunu kâğıda aktarırken de 3.5x5cm olan bir paralel kenar olarak aktardım. (5tane)

Motosiklet için park alanı (2 tane 6'lı)

4. Matematiksel Olarak Çalışma: Bu aşama bireyin problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullandığı aşamadır. Bu aşamada öğrencilerin kurdukları tasarımlar üzerinden matematiksel çözümler yaparak öğrencilerin yolun genişliği, park alanları, arabanın park durumu ve diğer bileşenler arasındaki ilişkilere dair sayısal veriler ortaya koyması beklenmektedir. Tüm öğrenciler kurdukları tasarımlar üzerinden matematiksel çözümler yapmışlardır.

Grup'un çalışması: İki çözüm sunulmuştur. İlk çözümde trafik akışından dolayı aracın yatay park etmesi gerektiği düşünülmüştür (Birinci çözüme çalışmada yer verilmemiştir). İkinci çözümde araçların açılı park edilmesi durumu ele alınmıştır. Arabanın yerleşeceği paralelkenarın bir kenarı 5 m, park alanının genişliği 3,5 m alınmıştır. Çözümde oluşturulan üçgen üzerinde Pisagor bağıntısı kullanılarak en bilinen açılar üzerinden denemeler yapılarak arabaların park edeceği açının hangi aralıkta olacağı bulunmaya çalışılmıştır. Çözümde arabanın kapladığı yer paralelkenar gibi düşünülmüş. Paralelkenarın uzun kenarının ortalama araba uzunluğundan daha uzun olması dikkate alınmıştır. Yalnız paralel kenarın kısa kenarının uzunluğunun arabanın eninin(genişliğinin) uzunluğundan daha büyük olması gerektiği gözden kaçırılmıştır. Çözümde paralelkenarın içindeki arabanın kapladığı dikdörtgensel bölgeye dikkat edilmemiştir.

Ö₁'in çalışması: İki çözüm sunulmuştur. Birinci çözümde araçlar yola dik park edilmiştir: Matematiksel olarak doğrudur. İkinci çözümünde açılı park durumu ele alınmıştır. Çözümde açığa en bilinen değerler verilmiştir. Ancak park yeri için ayrılan yerin eninin (kırmızı çizgi ile gösterilen yer) uzunluğu dikkate alınılmamıştır. Yani açılı park etme durumunda açığa sayısal değerler verilirken park alanının uzunluğunun 5 metreyi aşıp aşmadığı göz önünde bulundurulmamıştır. Diğer bir hata ise park alanını paralelkenarlara bölünürken park alanının sonunda paralelkenar oluşmayacağını fark edilmemiş olmasıdır (2 . şekildeki gibi, mavi ile belirtilen yer, devam edilmiştir).

1. Çözüm:

2. Çözüm:

Ö₃'ün çalışmasından: İki çözüm sunulmuştur. Birinci çözümde araçlar yola dik park edilmiştir: Matematiksel olarak yapılan işlemler doğrudur. İkinci durumda açılı park durumu ele alınmıştır: Matematiksel olarak yapılan işlemler tamamen doğrudur. İkinci durumda günlük hayattaki gözlemler kullanılarak(araba kapısının açılabilmesi ve arabanın park edebilmesi için gerekli boşluklar ele alınmış) varsayımlar alınmıştır.

1.Çözüm:

2.Çözüm:

Ö₂'nin çalışmasından: Çözümde 3-4-5 üçgeni kullanılmıştır. Alınan sayılar; park alanının eninin uzunluğunun 4 br olması, park alanındaki paralelkenarın uzun kenarının uzunluğunun 5 br olması ile birlikte tasarımdaki sayısal ifadelerin örtüştüğü görülmektedir. Arabanın kapladığı yer paralelkenar gibi düşünülmüştür. Paralelkenarın uzun kenarının ortalama araba uzunluğundan daha uzun olması gerektiği dikkate alınmıştır. Yalnız paralel kenarın kısa kenarının uzunluğunun arabanın eninin(genişliğinin) uzunluğundan daha büyük olması gerektiği gözden kaçırılmıştır (aşağıdaki **kırmızı** çizgiler- arabanın eni). Çözümde paralelkenarın içindeki arabanın kapladığı dikdörtgensel bölgeye dikkat edilmemiştir.

5. Yorumlama: Bu aşamada öğrencilerin çözümlerini tekrar ele alıp, çözümlerinin neden geçerli olduğunu önce kendine daha sonra çevresindekilere anlatma çabası içinde olması beklenmektedir. Öğrenciler tasarladıkları model yardımıyla ortaya koydukları çözümü yorumlayabilmekte, çözümün niçin anlamlı olduğunu açıklayabilecek bir gerekçe sunabilmekte ve olası farklı çözüm yollarını bulma gayreti içinde olmaktadır.

Grup'un çalışmasından:

İlk olarak arabaları yola paralel park etmeyi ya da 90 lık açı yapacak şekilde park etmeyi düşünmüştük fakat bu mantıklı olmayacağı ve daha çok araba sığmayacağı için çapraz park ettirmeye karar verdik. İlk önce tek şerit yapmayı düşündük fakat sonra 2 gidiş 2 dönüş şeklinde çift şeritten 4 şerit yapmaya karar verdik şerit ölçüleri için de karayollarından ortalama yol genişliğini öğrendik. Kontrolü en son işlem bazlı yaptık hatta son açı bulma kısmında iki üç kere kontrol ettik.

Ö₁'in çalışmasından:

İlk önce araçları çapraz bir şekilde yerleştirdim. Daha sonra ise dikey ve yatay şekilde yerleştirerek ne kadar araba park edilebileceğini hesapladım. En çok araç park alanının arabalar yola dik bir şekilde park edildiğinde elde edildiğini hesapladım.

İlk olarak arabaları çapraz bir şekilde yerleştirmiştim. Bu şekilde toplam 40 araç park ediliyordu. Daha sonra ise araçları yola dik bir şekilde yerleştirdiğimde toplam 120 araba yerleştirebildiğimi fark ettim.

Ö₂'nin çalışmasından:

Çözüm aşamasında cetvel ile bir maket oluşturduğum için aslında doğrulanmış oldu.

Park alanları 90° ile sığmadığı için dikdörtgen yerine paralel kenarlar kullan-

mam gerekiyordu bunu ayarlarken de Pisagor teoremi kullandım.

6. Doğrulama: Bu aşamada öğrencilerin ortaya koydukları çözümlerin gerçek hayat şartlarında uygulanabilirliğini kontrol etmesi varsa hatalarını düzeltmesini, kendi çözümünü değerlendirmesi beklenmektedir. Bu kısımda tüm öğrenciler, çözümlerine eleştirel açıdan bakmış gerçek hayat şartlarında değerlendirmişlerdir. Çözümleri gerçek hayata ya da hayal ettikleri duruma uygun olmadığında modelleme süreci aracılığıyla yeniden modelin bazı parçalarını tekrar değerlendirmiş, probleme başka çözüm yolları geliştirmişlerdir. Yalnız modellemelerindeki hataları fark edemediklerinden yaptıkları hatalarla birlikte doğrulamışlardır.

Grup'un çalışmasından:

Aslında zaten ilk başta etrafımızdaki çevreyi, trafik akışını, şehir planlamasını ve arabaların nasıl park ettiğini gözlemleyerek başladığımız için bir taslaktan ziyade uygulanabilirliği olan bir çözüm üretmeyi amaçladık dolayısıyla gerçeğe örtüştüğünü düşünüyoruz.

Ö₂'nin çalışmasından:

Kısıtlı bir alan olduğunda açığı küçülterek doğru sonuca ulaşabiliriz. Ayrıca varsayımına göre ev önü diye bahsettiği için problemimizde de evin direkt yola açılması gerekiyordu. Bu da gerçek hayatta pek olası bir durum değil. Bu yüzden evin önüne standardına uygun(2m) olacak şekilde kaldırımlar ekledim. Şeritler arası mesafe de 50km hızla giden bir yol için olması gereken mesafeden 50cm fazla olacak şekilde 6m olarak düşündüm. Hem park yerinden dolayı trafik aksamayacak hem de alan sıkıntısı yaşanmayacaktı.

Sunum

Öğrenciler çözümlerini Ö₁-Ö₃-Grup-Ö₂ sırasıyla sundular. Tüm çözümler sunulduktan sonra öğrenciler kendi çözümleri ile diğer çözümleri birlikte değerlendirdiler.

Ö₁'in sunumundan:

Ö₁: Hocam aslında ben ilk başta böyle yapmadım. Farklı şekilde denedim. Sizin attığınız gibi değil de aynı dikdörtgenlerden kullanarak hani dik-

dörtgenlere arabalar girecek şekilde düşündüm. Ama 40 tane çıktı benim ölçülerime göre (*paralel park düşünmüş*).

....

Ö₁: Daha sonra bunu denedim. En basit olanı...(Gönderdiği dik park etme durumundan bahsediyor)

....

Ö₂: Hocam ben kendiminkinden örnek verecek olursam tek tip araç düzenine bakmış o konuda... Sadece normal araçlara... Engelli araçlar için park alanı, bisiklet, motosiklet park alanları farklı olduğu için onları ele alabilirdi... Benimkinden iyi olarak, ben dikdörtgenleri hesaba katmamıştım, paralelkenar olarak almıştım. Paralelkenar içindeki dikdörtgenleri düşünmemiştim...

Ö₃'ün sunumundan:

Ö₃: Ben hala dik olacağını düşünüyorum. İlk başta 112 buldum ama daha sonra farklı şeyler düşündüm.

...

Ö₃: Diğerlerinden farklı olarak y₁ ve y₂'yi buldum. Altta ve üstte bir açıklık kalıyor. Toplamı paralelkenarın bir kenarı geliyor.

...

Ö₃: Bunların hepsi hesap makinesi. İrrasyonel çıkınca... Arctan'ı da internetten hesap makinesi ile hesaplattım.

Grup'un sunumundan:

G₁: Hocam işte ne zaman geçen Pazar bize bu ödevi verdiniz... Ben bu ödevi direk o an düşündüm. Onun üzerine de başka bir şey düşünmedim, sizle konuşana kadar... Sonra siz aç falan diyince o zaman farklı düşünmeye başladım... Ama önce kendi ödevimi çürütmemek adına, G₂ ve benim ödevimizin çürütülmemesi adına kendi fikrimizi savunalım. Bunun için hani varsayım yapmak zorunda kaldık.... Varsayımları yapmazsak çapraz park olmaz.

.....

G₁: İlk başta ben o soruda özellikle evlerinin önü ifadesi geçtiği için hani dedim G₂'ye acaba bir kaldırım falan mı yapsak dedim. Ama G₂ beni ikna etti. O da beni şöyle ikna etti. Sizin attığınız şey boş taslak var ya taslak çizim. Orda yol ve park alanından bahsettiği için kaldırım da onların di-

şında böyle düşünebiliriz dedi ben de öyle ikna oldum. G_2 ikna etti beni bu konuda. Kaldırımın olmadığını varsaydık. Evin önünde Büyük araçların park yasağı olduğunu varsaydık. Bi de çoğun bir cadde olmadığını varsaydık. Diğer her şey normal hayat.

...

G₁: ...Yolların boyutu ne alsak diye düşündük. Orda da G_2 'nin aklına çok güzel bir fikir geldi. Ben burda sözü G_2 'ye bırakayım...

G₂: Hocam biz karayollarının sitesinden baktık. İşte bir normal şerit genişliği ne kadar olabilir diye, 2.75'miş. Buna göre sonra işte düşündük ikişer şerit yapabiliriz diye... İki gidiş iki dönüş dört şerit olsun totalde 4 şerit... Sonra da Park alanlarına 3.5 - 3.5 kaldı... Zaten biz arabaları çapraz yani açılı park edeceğimiz için orda da mesela arabanın ortalama uzunlukları yaklaşık 5 m geliyordu. Bir sürü araba modeline baktık. Arabalarının uzunlukları eşit olmayacağı için ortalama aldık. Sonrasında da 3.5 genişlik için gayet yeterli oldu...

Ö₂'nin sunumundan:

Ö₂:Hocam şimdi şöyle benim burada... Buradaki amacım şeydi ilk başta... Burada en çok arabayı sığdırmamızı istiyor ama günlük hayatımızı düşününce en çok arabayı sığdıracamız diye insanlar arabayı park edemiyorlar genelde...

G₁: Aynen

Ö₂: Bu yüzden ben biraz geniş ve bol alanı olan bir yer olsun istedim. Bir de ben şeye ilk basta takıldım. Ben hep şey yaptım, işte matematiksel terimleri buldum. Yol üstü araçlar için minimum kaç metrekare olması lazım ...Engelli park alanı için ne kadar olması lazım ..bir sürü, bir sürü terim çıkınca çok fazla matematikselleşti. Dedim ki ben bunu somutlaştırayım. Somutlaştırdınca daha kolaya döner. Daha sonra ben bunu 150 cm'lik bir kağıt hazırladım. O kağıt üstünde yavaş yavaş yapmaya başladım...

Sonuç ve Öneriler

Matematik genelde işlemler, soyut kavramlar, günlük hayatla ilişkisi olmayan ve çoğu bireyin yapamadığı zor bir ders olarak algılanmaktadır. Aslında matematik bir düşünme şeklidir ve hayatın tam içerisinde. Matematik ile ilgili önyargılarının yıkılması ve matematiğe karşı olumlu tutum geliştirilebilmesi için matematiğin bireylere anlamlı gelmesi yani bireylerin matematiğin hayatla ilişkili olduğunu, matematiğin sadece teoride kalmadığını, günlük hayatta matematiksel kavramlara ve matematiğe ihtiyaç olduğunu görmeleri gerekmektedir. Bu bağlamda matematiksel modelleme,

matematik eğitiminde matematiğin anlamlandırılması ve günlük hayatla ilişkilerinin gösterilmesinde yardımcı olmaktadır.

Araştırma çerçevesinde yapılan çalışmalar sonrasında öğrencilerin modelleme sürecinde gerçekleştirdikleri eylemler ve ortaya koydukları matematiksel düşünceler Borromeo Ferri'nin (2006) bilişsel matematiksel modellemesinin öngördüğü aşamalar üzerinden incelenmiştir. Bulgular, öğrencilerin 'Caddede Park Yeri' etkinliğinin çözüm sürecinde matematiksel modellemenin süreçlerinin/aşamalarının özelliklerini ortaya koyduklarını göstermiştir.

Araştırma sürecinde, 'Caddede Park Yeri' problemi öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları bir durum olmasından dolayı problemin tanımlamasında zorluk çekmediği, öğrencilerin gerektiğinde gözlemlerini kullanarak gerektiğinde internet aracılığıyla arabaların geliş ve gidiş yolunun ve araba park alanının ölçüleri ile ilgili bilgileri toplayıp problem durumuna dair kısıtlamalarda bulunduğu görülmüştür.

Araştırma sürecinde, öğrenciler problemin sadeleştirilmesi ve matematiksel modelin oluşturulması aşamasında gözlem güçlerinin kuvvetli olmasından dolayı zorluk çekmemişlerdir. Ancak yapılan çözümlerin ikisinde (açılı park durumunda) arabaların dikdörtgen şeklinde bir alan kapladığı gözden kaçırılmıştır.

Matematiksel çalışma sürecinde, öğrencilerin trigonometri ve oran ile ilgili matematiksel bilgilerinin yeterli derecede olması öğrencilerin problemin çözüm sürecinin matematiksel çalışma aşamasında başarılı olmasını sağlamıştır. Öğrencilerin istekli olması, işbirliği içerisinde çalışmaları, birbirlerinin fikirlerine önyargısız bir şekilde ele alıp değerlendirmeleri ve birbirlerine yardım etmeleri yorumlama ve doğrulama sürecine olumlu yansımıştır.

Bu çalışma sürecinde ve sonrasında öğrencilerle yapılan görüşmeler ve gözlemler doğrultusunda etkinliklerin ilk başta öğrencilere farklı geldiği söylenebilir. Fakat modelleme etkinliğinin öğrencilere uygulanması ile yani sürece öğrencinin kendisinin dahil olması ile etkinliklerin öğrencilere daha anlamlı gelmeye başladığı görülmüştür. Çalışmada verilen modelleme etkinlikleriyle öğrencilerin matematiği günlük hayatla ilişkilendirmesi ve günlük hayattaki bir problemde matematik bilgilerini kullanmaları sağlanmıştır. Modelleme etkinlikleri öğrencilerin farklılıklarını ortaya koymalarına ve özgün fikirler üretebilmelerine fırsat sunmaktadır.

Çalışma, matematiksel modelleme hakkında hiç bilgisi olmayan bir grup öğrenciye, kısıtlı bir zaman diliminde matematiksel modelleme konusunda bilgilendirme çalışmalarından ve modelleme etkinliğinin uygulanmasından oluşmaktadır. Çalışmadan elde edilen bulgular doğrultusunda, matematiksel modelleme konusunda yapılan bilgilendirme çalışmalarının öğrencilerin modelleme sürecindeki aşamalarda beklenen davranışları sergilemelerine yeterli olduğu söylenebilir. Bu çalışmanın bulguları, ma-

tematikte yetenekli bir grup öğrenci ve tek bir etkinlik ile sınırlıdır. Bu sonuçları diğer katılımcılardan ve farklı etkinliklerden elde edilecek sonuçlara genellemek mümkün değildir.

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*, (12), 1-34. DOI: 10.14520/adyusbd.410
- Aydın Güç, F. ve Baki, A. (2016). Matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirme ve değerlendirme yaklaşımlarının sınıflandırılması. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 7(3) , 621-645.
- Blomhøj, M. ve Kjeldsen, T. N. , (2006). Teaching mathematical modelling through project work. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*, 38(2), 163-177.
- Borromeo Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*, 38 (2), 86-95.
- Bukova Güzel, E. (2019). (Ed.). *Matematik eğitiminde matematiksel modelleme* (3. baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Canbazoğlu, H. B. ve Tarım, K. (2021). İlkokulda matematiksel modelleme için bir öğretim süreci. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 51, s. 210-225.
- Çakmak Gürel, Z. ve. Işık, A. (2018). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye ilişkin yeterliklerinin incelenmesi. *E-Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 9(3), 85-103, DOI: 10.19160/ijer.477651.
- Dede, Y. , Akçakın, V. ve Kaya, G. (2020). Matematiksel modelleme etkinliklerin öğretim ortamlarında uygulanması ve yansıması. Y. Dede, M. F., Doğan ve F., Aslan Tutak (Ed.), *Matematik eğitiminde etkinlikler ve uygulamalar* (1. baskı) içinde (s. 269-290). Ankara: Pegem Akademi.
- Doruk, B.K. ve Umay, A. (2011). Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Dergisi* 41, 124-135.
- Erbaş, A. K., Çetinkaya, B. ve Çakıroğlu, E. (2013). Ortaöğretim matematik eğitiminde matematiksel modelleme: Hizmetiçi ve hizmetöncesi öğretmen eğitimi (TÜBİTAK Proje No:110K250). Yayınlanmış rapor, TÜBİTAK.
- Erbaş, A. K., Çetinkaya, B., Alacacı, C., Çakıroğlu, E. , Aydoğan Yenmez, A., Şen Zeytun, A., Korkmaz, H. Kertil, M. , Didiş, M. G., Baş, S. ve Şahin, Z. (2016). Lise ma-

- tematik konuları için günlük hayattan modelleme soruları. *Türkiye bilimler akademisi ders kitapları*, sayı: 10, Ankara.
- Hıdıroğlu, N. Ç. ve Özkan Hıdıroğlu, Y. (2017). Altıncı sınıf öğrencilerinin matematiksel modellemede oluşturdukları gerçek yaşam problem durumu modelleri. *Elementary Education Online*, 16(4): 1702-1731.
- Kuzu, A. (2013). *Veri toplama yöntem ve araçları*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayını.
- Özturan Sağır, M. (2010). *Türev konusunda matematiksel modelleme yönteminin ortaöğretim öğrencilerinin akademik başarıları ve öz-düzenleme becerilerine etkisi*. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Sezen Yüksel, N., Sağlam Kaya, Y., Urhan, S. ve Şefik, Ö. (2019). *Matematik eğitiminde modelleme etkinlikleri*. Editör: Şenol Dost, Ankara: Pegem Akademi, 1.baskı.
- Tekin Dede, A. ve Yılmaz, S. (2015). 6. sınıf öğrencilerinin bilişsel modelleme yeterlikleri nasıl geliştirilebilir? . *International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education* - 2015, 4(1), 49-63.
- Tutak, T. ve Güder, Y. (2014). Matematiksel modellemenin tanımı, kapsamı ve önemi. *Turkish Journal of Educational Studies*, 1(1), 173-190.
- Ural, A. (2018). *Matematiksel modelleme eğitimi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Yavuz Mumcu, H. ve Baki, A. (2017). Matematiği kullanma aktivitelerinde lise öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerinin yorumlanması. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36(1), 7-33.