



Sınıf Öğretmeni Adaylarının Matematiksel Modelleme Yeterlikleri: Okulda Zaman Problemi

H. Beyza Albayrak¹, Kamuran Tarım²

¹ Temel Eğitim Bölümü, Eğitim Fakültesi, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye, beyza.cnbzgl0@gmail.com

² Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Eğitim Fakültesi, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye,
kamuran.tarim@gmail.com

Sorumlu Yazar: H. Beyza Albayrak

Makale Türü: Araştırma Makalesi

Yazar Notu: Bu çalışmanın bir bölümü 7-10 Temmuz 2021 tarihlerinde VIIIth International Eurasian Educational Research Congress (EJERCongress 2021) Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

Kaynak Gösterimi: Albayrak, H. B., & Tarım, K. (2022). Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri: Okulda zaman problemi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 18 (2), 95-112. <https://doi.org/10.17244/eku.1163414>

Etik Not: Araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur. Bu araştırma için Çukurova Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Alanında Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'ndan etik onay alınmıştır (Tarih: 31.05.2022, Sayı: 8).

Mathematical Modelling Competencies of Pre-Service Primary School Teachers: The Time at School

H. Beyza Albayrak¹, Kamuran Tarım²

¹ Department of Elementary Education, Faculty of Education, Çukurova University, Adana, Türkiye, beyza.cnbzgl0@gmail.com

² Department of Mathematics and Science Education, Faculty of Education, Çukurova University, Adana, Türkiye,
kamuran.tarim@gmail.com

Corresponding Author: H. Beyza Albayrak

Article Type: Research Article

Author Note: A part of this study was presented as an oral presentation at the VIIIth International Eurasian Educational Research Congress (EJERCongress 2021) held between 7-10 July 2021.

To Cite This Article: Albayrak, H. B., & Tarım, K. (2022). Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri: Okulda zaman problemi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 18 (2), 95-112. <https://doi.org/10.17244/eku.1163414>

Ethical Note: Research and publication ethics were followed. Ethical approval was obtained for this research from Çukurova University Scientific Research and Publication Ethics Committee in the Field of Social and Human Sciences. (Date: 31.05.2022, Number: 8).



Sınıf Öğretmeni Adaylarının Matematiksel Modelleme Yeterlikleri: Okulda Zaman Problemi

H. Beyza Albayrak¹, Kamuran Tarım²

¹ Temel Eğitim Bölümü, Eğitim Fakültesi, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye,
beyza.cnbzgl0@gmail.com, ORCID: [0000-0001-5596-5019](https://orcid.org/0000-0001-5596-5019)

² Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Eğitim Fakültesi, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye,
kamuran.tarim@gmail.com, ORCID: [0000-0002-2048-5207](https://orcid.org/0000-0002-2048-5207)

Öz

Bu çalışmada, sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin, *Okulda Zaman* probleminin çözümü sürecinde incelenmesi amaçlanmıştır. Nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması, araştırmanın deseni olarak belirlenmiştir. Akdeniz bölgesindeki bir devlet üniversitesinin, 2020-2021 güz döneminde sınıf öğretmenliği programının üçüncü sınıfında öğrenim görmekte olan otuz dört (34) üçüncü sınıf, sınıf öğretmeni adayı araştırmanın katılımcılarını oluşturmaktadır. Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel model oluşturma sürecindeki modelleme yeterliklerini ortaya çıkarmak için *Okulda Zaman* (Maaß & Mischo, 2011) isimli modelleme problemi kullanılmıştır. Sınıf öğretmeni adaylarının yazılı çözüm süreci kâğıtları, betimsel analiz yöntemiyle çözümlenmiştir. Araştırma sonucunda sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini yerine getirmede zorlandıkları belirlenmiştir. Özellikle modelleme sürecinin basamaklarından problemi anlama, değişkenleri seçme ve varsayımları kurma, çözümleri yorumlama ve modeli doğrulama basamaklarında yetersiz kaldıkları ortaya çıkmıştır. Öğretmen adaylarının çoğunlukla doğrudan problemi çözmeye eğiliminde oldukları görülmüştür. Bu güçlüklerin üstesinden gelebilmek için öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemleri ve model oluşturma etkinlikleri ile çalışabilecekleri ve deneyim kazanabilecekleri sınıf ortamlarının oluşturulması öneri olarak sunulabilir.

Makale Bilgisi

Anahtar Kelimeler:

Matematiksel modelleme, matematiksel modelleme problemi, matematiksel modelleme yeterliği, sınıf öğretmeni, ilkökul dönemi

Makale Geçmişi:

Geliş: 17 Ağustos 2022
Düzeltilme: 13 Ekim 2022
Kabul: 24 Ekim 2022

Makale Türü: Araştırma Makalesi

Mathematical Modelling Competencies of Pre-Service Primary School Teachers: The Time at School

Abstract

In this study, it is aimed to examine the mathematical modelling competencies of pre-service primary school teachers in the process of solving the "Time at School" problem. Case study, one of the qualitative research methods, was determined as the design of the research. Thirty-four (34) third-year pre-service primary school teachers' who are studying in the third year of the primary school teachers' program in the 2020-2021 fall semester of a state university in the Mediterranean region constitute the participants of the research. The modelling problem named Time at School was used to reveal the modelling competencies of pre-service primary school teachers' in the process of creating a mathematical model. Written solution process papers of pre-service primary school teachers' were analysed by descriptive analysis method. As a result of the research, it has been revealed that they are inadequate especially in the steps of the modelling process, understanding the problem, selecting the variables and establishing assumptions, interpreting the solutions and validating the model. It has been observed that pre-service teachers mostly tend to solve the problem directly. In order to overcome these difficulties, it can be suggested to create classroom environments where pre-service teachers can work and gain experience with mathematical modelling problems and model building activities.

Article Info

Keywords: Primary school teachers, mathematical modelling, mathematical modelling competencies, mathematical modelling problem, primary school

Article History:

Received: 17 August 2022
Revised: 13 October 2022
Accepted: 24 October 2022

Article Type: Research Article

Extended Summary

Introduction

Researchers, professional organizations and mathematics education standards emphasize the necessity and importance of mathematical modelling, especially in the early school years (Asempapa, 2015; Blum & Borromeo Ferri, 2009; Gainsburg, 2008; Lesh & Doerr 2003; National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000). In this direction, when the primary school mathematics curriculum is examined, it is expected that the students in this period will be able to establish the relationship between mathematics and real life and to be able to solve mathematical concepts and skills by using them in real life problem situations. However, as a result of studies conducted with primary school students, it has been determined that students have difficulties in understanding the problem, simplifying, interpreting, verifying and presenting the problem and in their competencies (Şahin, 2014, 2019; Şahin & Eraslan, 2016, 2017; Ulu, 2017). In this direction, primary school teachers, and therefore pre-service primary school teachers, have a great duty in integrating mathematical modelling, which is expressed as a critical part of mathematics education, into primary school mathematics lessons and in helping primary school students gain mathematical modelling competence (Asempapa, 2015; Carlson et al, 2016; Suh et al., 2017). However, in some studies, it is emphasized that teachers and pre-service teachers do not include modelling activities in their classes, they do not have awareness of mathematical modelling and model building activities, their modelling experience and field knowledge are not sufficient, and there are few examples of modelling in the literature (Blum, 2002; Deniz & Akgün, 2017; Frejd, 2012; Liljedahl et al., 2007; Pilten et al., 2016; Siller & Kuntze, 2011; Tekin Dede & Yılmaz, 2013; Thomas & Hart, 2010; Yu & Chang, 2011). However, in studies conducted with classroom teachers and prospective teachers, it was determined that the mathematical modelling competencies and skills of teachers and prospective teachers were not sufficient (Korkmaz, 2010; Pilten et al, 2016; Yanbıyık, 2016). For this reason, the necessity of gaining mathematical modelling proficiency in the undergraduate period to the prospective teachers, who are accepted as the teachers of the future, emerges. However, before gaining modelling competencies to pre-service teachers, it is necessary to know what level of mathematical modelling competencies they have (Duran et al., 2016). As a result of the mathematical modelling practices and activities carried out with the pre-service classroom teachers, the pre-service teachers will have seen their deficiencies in mathematical modelling and will have gained awareness. In addition, pre-service primary school teachers will be able to take the necessary precautions regarding the application process by being aware of the possible problems and situations that their students may experience in mathematical modelling activities. Accordingly, in this study, it is aimed to examine the mathematical modelling competencies of pre-service primary school teachers in the process of solving the “Time at School” problem.

Method

Case study, one of the qualitative research methods, was determined as the design of the research. Thirty-four (34) third-year pre-service primary school teachers' who are studying in the third year of the primary school teachers' program in the 2020-2021 fall semester of a state university in the Mediterranean region constitute the participants of the research. The modelling problem named Time at School was used to reveal the modelling competencies of pre-service primary school teachers' in the process of creating a mathematical model. Theoretical information on mathematical modelling for three weeks was given to the pre-service primary school teachers in the Teaching of Mathematics I course. Within the scope of these theoretical courses, mathematical model and modelling definitions, mathematical modelling perspectives, and characteristics of model building activities were explained and then model building activities were examined. The aim here is to raise the awareness of pre-service teachers about mathematical modelling instead of providing mathematical modelling training. After the three-week process was completed, the implementation process was carried out. The “Time at School” problem was given to the pre-service primary school teachers individually as a form and they were asked to solve it in writing. Written solution process papers of pre-service primary school teachers' were analyzed by descriptive analysis method.

Results

It was determined that more than half of the pre-service primary school teachers did not show any approach towards understanding the problem and did not try to express the problem in their own words. It was observed that the pre-service primary school teachers mostly did not show any approach at the stage of choosing the variables and establishing the assumptions, or they showed an appropriate approach to some extent. In the mathematization step, it was seen that the majority of the pre-service teachers showed an appropriate approach to some extent. In the step of realizing the mathematical solution, it was observed that the pre-service primary school teachers mostly did not show any approach or they showed an appropriate approach to some extent. It was observed that more than half of the pre-service primary school teachers showed an appropriate approach to some extent in the step of interpreting the

solutions. It was observed that almost all of the pre-service teachers did not show any approach at the stage of validating the model, and one pre-service teacher showed an appropriate approach to some extent.

Discussion and Conclusion

Pre-service teachers tended to switch directly to the world of mathematics and make operations. According to Blum and Borromeo-Ferri (2009) and Haas et al. (2020), the opinion that since individuals have not experienced mathematical modelling activities neither in the school environment nor out of school, they go directly to the solution process without understanding the problem situation and without thinking about the problem situation supports the finding. In many studies with individuals from different age groups, it is quite challenging to simplify the problem situation, which is one of the first stages of the modelling cycle of individuals (Blum, 2015; Chan et al., 2012; Haines & Crouch, 2007; Maaß, 2006; Sekerak, 2010) and It has been emphasized that individuals are afraid to make assumptions suitable for the problem situation (Blum, 2015).

Giriş

Matematiksel modelleme, gerçek yaşam olgularını temsil etmek, analiz etmek, tahminlerde bulunmak ya da farklı temsil biçimlerinde iç görü sağlamak için matematiğin kullanıldığı bir süreçtir (Bliss & Libertini, 2016). Matematiksel modelleme problemleri; karşılaştığı gerçek yaşamdaki problem durumlarına çeşitli çözüm yolları üretebilen, üst bilişsel, eleştirel düşünme ve matematiksel iletişim becerilerini geliştirebilen, analitik ve yaratıcı düşünebilen, nitel veriyi nicel veriye dönüştürmek için matematiksel hesaplamalar yapabilen öğrencilerin yetiştirilmesinde onlara çeşitli ve zengin fırsatlar sağlamaktadır (English, 2007; English & Watters, 2004, 2005; Watters, English & Mahoney, 2004). Matematik için ortak temel standartları (Common Core State Standards for Mathematics [CCSSM]) “*matematiksel olarak yetkin öğrenciler, günlük yaşamda ve toplumda ortaya çıkan problemleri çözmek için bildikleri matematiği uygulayabilirler.*” vurgusunu yaparak matematiksel modelleme kullanımının önemli olduğunu belirtmektedir (CCSSM, 2010, s. 7). Bu doğrultuda ilkökul matematik dersi öğretim programı (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018) incelendiğinde, bireylerin matematik okuryazarlıklarının gelişimine vurgu yapılarak, matematik ve gerçek yaşam ilişkisi bağlamında bir öğretim sürecinin gerçekleştirilmesi gerektiği belirtilmiştir. Gerçek yaşam ve matematik ilişkisinin önem kazanması, öğretme ve öğrenme süreçlerinde matematiksel model ve modellemenin kullanılmasında önemli bir rol oynamaktadır (García, Maass & Wake, 2010; Lesh, Hamilton & Kaput, 2007; Maaß, 2006; Niss, Blum & Galbraith, 2007). Bu bağlamda öğrencilerde matematik ve gerçek yaşam ilişkisine yönelik becerilerin geliştirilmesi için matematiksel modelleme süreçlerine, ilkökul döneminden itibaren yer verilmesinin önemi ortaya çıkmaktadır (English & Watters, 2004; Şahin & Eraslan, 2017, 2018; Watters vd., 2004).

Araştırmacılar, meslek örgütleri ve matematik eğitimi standartları, özellikle erken okul yıllarında matematiksel modellemenin gerekliliğini ve önemini vurgulamaktadırlar (Asempapa, 2015; Blum & Borromeo Ferri, 2009; Gainsburg, 2008; Lesh & Doerr 2003; National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000). Bu doğrultuda ilkökul matematik dersi öğretim programı (MEB, 2018) incelendiğinde, bu dönemdeki öğrencilerden, matematik ve gerçek yaşam ilişkisini kurabilmesi ve matematiksel kavram ve becerilerini gerçek yaşamda karşılaştığı problem durumlarında kullanarak çözebilmesi beklenmektedir. Ancak ilkökul dönemi öğrencileriyle yapılan çalışmalar sonucunda, öğrencilerin problemi anlama, problemi sadeleştirme, yorumlama, doğrulama ve sunma süreçlerinde ve yeterliklerinde güçlükler yaşadıkları belirlenmiştir (Şahin, 2014, 2019; Şahin & Eraslan, 2016, 2017; Ulu, 2017). Bu doğrultuda matematik eğitiminin kritik bir parçası olarak ifade edilen matematiksel modellemenin, ilkökul matematik dersine entegre edilmesinde ve ilkökul dönemindeki öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliliği kazanmasında sınıf öğretmenlerine dolayısıyla sınıf öğretmeni adaylarına büyük görevler düşmektedir (Asempapa, 2015; Carlson, Wickstrom, Burroughs & Fulton, 2016; Suh, Matson & Seshaiyer, 2017). Ancak yapılan bazı çalışmalarda öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının derslerinde modelleme etkinliklerine yer vermedikleri, matematiksel modelleme ve model oluşturma etkinliklerine dair farkındalıklarının olmadığı, modelleme deneyimlerinin ve alan bilgilerinin yeterli olmadığı ve literatürde modellemeye dair örneklerin azlığına vurgu yapılmaktadır (Blum, 2002; Deniz & Akgün, 2017; Frejd, 2012; Liljedahl, Chernoff & Zazkis, 2007; Pilten, Serin & Işık, 2016; Siller & Kuntze, 2011; Tekin Dede & Yılmaz, 2013; Thomas & Hart, 2010; Yu & Chang, 2011). Bununla birlikte sınıf öğretmeni ve adaylarıyla yapılan çalışmalarda ise öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlik ve becerilerinin, yeterli düzeyde olmadığı belirlenmiştir (Korkmaz, 2010; Pilten vd., 2016; Yanbıyık, 2016). Bu nedenle geleceğin öğretmenleri kabul edilen öğretmen adaylarına, lisans döneminde matematiksel modelleme yeterliliğinin kazandırılmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Ancak öğretmen adaylarına modelleme yeterlikleri kazandırılmadan önce onların matematiksel modelleme yeterliliklerine ne düzeyde sahip olduklarının bilinmesi gerekmektedir (Duran, Doruk & Kaplan, 2016). Sınıf öğretmeni adaylarıyla gerçekleştirilen matematiksel modelleme uygulamaları ve etkinlikleri sonucunda, öğretmen adayları matematiksel modellemede eksik oldukları durumları görmüş ve farkındalık kazanmış olacaklardır. Ayrıca sınıf öğretmeni adayları, matematiksel modelleme etkinliklerinde öğrencilerinin yaşayabilecekleri olası problemlere ve durumlara yönelik farkındalığa sahip olarak uygulama sürecine dair gerekli önlemleri alabileceklerdir. Bu doğrultuda bu çalışmada, sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin, okulda zaman probleminin çözümü sürecinde incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

1. Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme sürecindeki modelleme yeterlikleri nasıldır?
2. Sınıf öğretmeni adaylarının, matematiksel modelleme sürecinde karşılaştıkları güçlükler nelerdir?

Kuramsal Çerçeve

Matematiksel modelleme yeterliği, matematiksel modellerin oluşturulmasında ve araştırılmasında yer alan süreçleri gerçekleştirme becerisini ifade etmektedir (Niss vd., 2007). Matematiksel modelleme yeterliklerinin belirlenebilmesi için modelleme sürecinin doğru belirlenmesi ve tanımlanması gerekmektedir. Bu sebeple matematiksel modelleme yeterliklerinin belirlenmesi ve tanımlanmasında, matematiksel modelleme sürecini açıklayan

modelleme döngüleri ele alınmaktadır (Blomhoj, 2011). Bu doğrultuda bu araştırmanın temelini oluşturan matematiksel modelleme süreci, Borromeo Ferri (2006) ile Berry ve Houston'un (1995) çalışmalarından derlenerek oluşturulmuştur. Bu doğrultuda çalışmada dikkate alınan modelleme sürecine ait basamaklar “problemi anlama”, “değişkenleri seçme ve varsayımları kurma”, “matematikselleştirme”, “matematiksel çözümü gerçekleştirme”, “çözümleri yorumlama” ve “modeli doğrulama” olmak üzere altı yeterlilik basamağından oluşmaktadır. Bu doğrultuda bu çalışmada, sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri bu basamaklara göre değerlendirilmiş ve bu süreçteki yeterlikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Modelleme sürecine ait temel basamaklara ilişkin bilgiler aşağıda sunulmuştur.

Problemi Anlama: Modelleme sürecinde ilk olarak problem durumu anlamlandırılmakta ve problem için gerekli veriler belirlenmektedir. Bir başka deyişle problem durumunda verilenler ve istenenler ortaya koyulmaktadır.

Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma: Gerçek yaşam durumundan matematiksel modele geçişte, problem durumunun çözümü için verilen ve istenenler belirlenmektedir. Bir başka deyişle matematiselleştirme sürecinde model oluşturabilmek için değişkenler ortaya koyulmaktadır.

Matematikselleştirme: Bireyler şekiller, grafikler ve denklemler aracılığıyla kendi gösterimlerini oluşturarak matematiksel model/ler ortaya koymakta ve böylece matematiselleştirme süreci gerçekleşmektedir. Bu basamak, gerçek dünyaya ilişkin problem durumunu matematiksel dünyadaki karşılığına dönüştürmeyi gerektirmektedir. Böylece genel çözüm stratejisi belirlenmiş olmaktadır.

Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme: Matematik dünyasındaki karşılığını belirlediğimiz problemin yine matematik dünyasında çözümünü yapmayı ifade etmektedir. Bir başka deyişle bireyler matematiselleştirme sürecinde oluşturdukları modellerin çözümünü (aritmetik işlemleri yapma, tablo okuma, vb. yollarla) gerçekleştirmekte ve matematiksel sonuçlar elde etmektedirler.

Çözümleri Yorumlama: Bireyler elde ettikleri matematiksel sonuçlardan, gerçek yaşam sonuçlarına geçerek yorumlama sürecini gerçekleştirmektedirler. Bu süreçte elde edilen matematiksel sonuçlar gerçek yaşam bağlamında yorumlanmaktadır.

Modeli Doğrulama: Problemin çözümü için oluşturulan matematiksel modelin doğrulanması sürecidir. Bir başka deyişle gerçekleştirilen tüm süreç kontrol edilerek, oluşturulan modelin, problem durumunun çözümü için uygunluğu sorgulanmaktadır.

Yöntem

Nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması, araştırmanın deseni olarak belirlenmiştir. Durum çalışmalarında açıklayıcı bir soruya (Bir şeyler nasıl veya neden oldu?) ya da betimleyici bir soruya (Ne oluyor veya ne oldu?) yanıt aranmaktadır (Yin, 2017). Bu çalışmada sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin ve bu süreçte karşılaştıkları güçlüklerin belirlenmesine yanıt arandığı için durum çalışması tercih edilmiştir.

Araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur. Bu araştırma için Çukurova Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Alanında Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'ndan etik onay alınmıştır (Tarih: 31.05.2022, Sayı: 8).

Çalışma Grubu

Akdeniz bölgesindeki bir devlet üniversitesinin, 2020-2021 güz döneminde sınıf öğretmenliği programının üçüncü sınıfında öğrenim görmekte olan otuz dört (34) üçüncü sınıf, sınıf öğretmeni adayı araştırmanın katılımcılarını oluşturmaktadır. Araştırmada amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu örneklemede ölçütler, araştırmacı tarafından oluşturulabilir ya da daha önceden hazırlanmış bir ölçüt listesi kullanılabilir (Yamane, 2001). Araştırmada katılımcıların sınıf öğretmenliği programına devam eden üçüncü sınıf öğrencileri olması ölçüt olarak alınmıştır. Öğretmen adaylarının üçüncü sınıf seçilme nedeni, bu sınıftaki öğretmen adaylarının matematik öğretimi dersini sınıf öğretmenliği programının beşinci yarıyılında (üçüncü sınıfın ilk dönemi) almalarıdır. Son olarak araştırmaya katılan öğretmen adaylarının isimleri gizlenmiş ve kendilerine SÖA1, SÖA2, ... SÖA34 şeklinde sembolik isimler verilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel model oluşturma sürecindeki modelleme yeterliklerini ortaya çıkarmak için *Okulda Zaman* (Maaß & Mischo'dan (2011) uyarlayan Bukova Güzel, Tekin Dede, Hıdıroğlu, Kula Ünver & Özaltun Çelik, 2018, s. 146) isimli matematiksel modelleme problemi kullanılmıştır. Bu doğrultuda araştırmanın veri toplama aracını, öğretmen adaylarının bireysel olarak çözdükleri *Okulda Zaman* probleminin yazılı çözüm kâğıtları oluşturmaktadır. Probleme Deniz'in okulda çok fazla zaman geçirdiği ve bundan dolayı yılın çoğunu okulda geçirdiği düşüncesi bulunmaktadır. Bu doğrultuda problem öğretmen adaylarından, Deniz'in yılın çoğunu

okulda mı yoksa okul dışında mı geçirdiğini belirlemeleri istenmektedir. *Okulda Zaman* problemi, sınıf öğretmeni adaylarının varsayım ve tahminlerde bulunmasına, açık uçlu olmasına, yorumlama ve değerlendirme yapmasına, gerçek yaşamla ilişkili olmasına ve farklı matematiksel modeller oluşturulabilmesine imkân tanıdığı için tercih edilmiştir.

Problemin anlaşılabilirliğini sağlamak için ilk olarak problem bir matematik eğitimcisine okutulmuş ve problemin anlaşılabilirliğine ilişkin geri bildirimleri alınmıştır. Ardından problem dört sınıf öğretmen adayına ve üç sınıf öğretmenine uygulanmıştır. Geri bildirimler ve uygulamalar doğrultusunda *Okulda Zaman* probleminde gerekli düzenlemeler yapılmış ve probleme son hali verilmiştir (Bkz. Ek 1). *Okulda Zaman* probleminin olası farklı çözüm süreçlerinin nasıl olabileceği Tarım ve Canbazoglu (2021) tarafından detaylı olarak açıklanmıştır.

Verilerin Toplanması

Araştırmacılar tarafından sınıf öğretmeni adaylarına Matematik Öğretimi I dersinde, üç haftalık matematiksel modellemeye dair teorik bilgiler verilmiştir. Bu teorik dersler kapsamında, matematiksel model ve modelleme tanımları, matematiksel modelleme perspektifleri, model oluşturma etkinliklerinin özellikleri anlatılmış ve daha sonra da model oluşturma etkinlikleri incelenmiştir. Buradaki amaç, öğretmen adaylarına matematiksel modelleme eğitimi vermek yerine matematiksel modellemeye dair farkındalıklarının oluşmasıdır. Üç haftalık süreç tamamlandıktan sonra uygulama süreci gerçekleştirilmiştir. Sınıf öğretmeni adaylarına bireysel olarak *Okulda Zaman* problemi bir form olarak verilmiş ve yazılı olarak çözmeleri istenmiştir. Problem çözümü sürecinde zaman kısıtlaması yapılmamış ve her bir öğrencinin sonuca ulaştığını düşündüğü ana kadar onlara süre verilmiştir. *Okulda Zaman* problemi, öğretmen adaylarına verildikten sonra “*Problemi çözerken düşündüğünüz tüm süreçleri yazmanızı istiyoruz. Sadece problemin çözümü yerine ‘Neden bu şekilde düşündünüz?’*, *Problemi çözerken oluşturduğunuz modeli nasıl belirlediniz?*, *Problemi anlamak için neler yaptınız?’* gibi soruları da düşünerek *Okulda Zaman* problemini çözenizi istiyoruz.” yönergeleri söylenmiştir. Bu yönergelerin verilmesinin amacı, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini daha anlamlı bir şekilde ortaya koyabilmek ve daha net anlaşılmasını sağlayabilmektir.

Verilerin analizi

Sınıf öğretmeni adaylarının yazılı çözüm süreci kâğıtları, betimsel analiz yöntemiyle çözümlenmiştir. Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme süreçleri, Hıdıroğlu, Tekin Dede Kula ve Bukova Güzel (2014) tarafından Borromeo Ferri (2006) ile Berry ve Houston’a (1995) dayandırılarak derlenen dereceli puanlama anahtarı kullanılarak analiz edilmiştir. Bu doğrultuda çalışmada dikkate alınan modelleme sürecine ait basamaklar “*problemi anlama*”, “*değişkenleri seçme ve varsayımları kurma*”, “*matematikselleştirme*”, “*matematiksel çözümü gerçekleştirme*”, “*çözümleri yorumlama*” ve “*modeli doğrulama*” olmak üzere altı yeterlilik basamağından oluşmaktadır. Bu basamaklarda sergilenen davranışları değerlendirebilmek için “*hiç yaklaşım sergilememe*”, “*bir ölçüde uygun yaklaşım sergileme*” ve “*uygun yaklaşım sergileme*” üç boyutlu değerlendirme kriterleri kullanılmıştır (Hıdıroğlu vd., 2014). Bu kapsamda sınıf öğretmeni adaylarından yazılı olarak alınan çözümler, belirlenen kategoriler ve yeterlikler çerçevesinde değerlendirilmiştir. Söz konusu değerlendirmeler gerçekleştirilirken, her bir boyutun varlığı araştırmacılar tarafından sorgulanmıştır. Araştırmacılar, farklı görüşlere sahip oldukları çözüm kâğıtları üzerinde görüş birliğine varana kadar tartışmışlardır. Dereceli puanlama anahtarına dair bilgiler, Tablo 1’de yer almaktadır.

Tablo 1. Dereceli Puanlama Anahtarına Dair Bilgiler (Hıdıroğlu vd., 2014)

Basamaklar	Hiç Yaklaşım Sergilememe	Bir Ölçüde Uygun Yaklaşım Sergileme	Uygun Yaklaşım Sergileme
Problemi Anlama	Hiç anlamama ya da yanlış anlama	Kısmen anlama ancak anlamlandırmada bazı hataları barındırma	Problemi tam olarak anlamlandırma, verilen ve istenenleri belirleme
Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma	Gerekli olan ve olmayan değişkenleri belirlememe, varsayımlarda bulunmama	Model için gerekli olan ve olmayan değişkenleri kısmen belirleme, yeterli varsayımlarda bulunmama	Model için gerekli olan ve olmayan değişkenleri belirleme, gerçekçi varsayımlarda bulunma
Matematikselleştirme	Problemi matematiksel olarak açıklamama ya da yanlış açıklama	Gerekli matematiksel kavramları ve sembolleri belirleme, nasıl kullanılacaklarını kısmen açıklama	Gerekli olan matematiksel kavramları ve sembolleri belirleme, nasıl kullanılacaklarını tam olarak açıklama
Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme	Modeli yanlış çözüme ya da herhangi bir yaklaşım sergilememe	Modeli kısmen çözüme, bazı hatalar içermeye ya da sonuca ulaşamama	Modeli tam olarak çözüme, matematiksel hatalar içermeme

Çözümleri Yorumlama	Çözümünden matematiksel sonuçlar çıkarmama ya da yanlış sonuçlar çıkarma	Çözümünden matematiksel sonuçlar çıkarma ancak yeterli bir şekilde yorumlayamama	Çözümünden matematiksel sonuçlar çıkarma, bunları yorumlama ve gerçek yaşama uyarlama
Modeli Doğrulama	Model/leri doğrulamama ya da yanlış doğrulama	Model/leri kısmen doğrulama	Model/lerin doğruluğunu test etme ve farklı durumlar için uygunluğunu gösterme

Araştırmanın geçerlik ve güvenilirliğini sağlamak amacıyla izlenen stratejiler; inandırıcılık, aktarılabilirlik, tutarlılık ve teyit edilebilirlik başlıkları altında açıklanmıştır. Araştırmada inandırıcılığı sağlamak için araştırmanın gerçekleştirildiği durum, katılımcılar ve temalar ayrıntılı bir biçimde betimlenerek açıklanmıştır. Araştırmanın aktarılabilirliğini sağlayabilmek amacıyla, öğretmen adaylarının gösterdikleri yeterlikler doğrultusunda yazılı çözüm süreci kâğıtlarından görsellere doğrudan yer verilmiştir. Bununla birlikte çözüm kâğıtlarından görsellerin sunumunda, bazı öğretmen adaylarının açıklamaları ve çözümlerinin daha net anlaşılabilmesi için çözümlerinin bazı bölümlerini Word programına aktarmaları istenmiştir. Araştırmanın tutarlılığını sağlayabilmek amacıyla, araştırmada elde edilen bulguların tamamı, yorumlama ve genelleme yapılmadan, doğrudan okuyucuya sunulmuştur. Teyit edilebilirliği sağlamak için araştırma sürecinde elde edilen ham veriler ve kodlamalar, ilgililerin inceleyebilmelerine imkân tanımak için araştırmacılar tarafından saklanmaktadır.

Bulgular

Araştırmada sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin, *Okulda Zaman* probleminin çözümü sürecinde belirlenmesi amaçlanmıştır. Sınıf öğretmeni adaylarının, *Okulda Zaman* matematiksel modelleme problemi üzerinden matematiksel modelleme yeterlikleri incelenmiş ve bu süreçte karşılaştıkları güçlükler her bir modelleme yeterliği değerlendirmesinde bütüncül olarak ele alınmıştır. Araştırmanın bu bölümünde öğretmen adaylarının modelleme problemine yönelik yaptıkları çözümler, her bir modelleme yeterliği dikkate alınarak analiz edilmiştir.

Sınıf öğretmeni adaylarının, matematiksel modelleme sürecinin ilk basamağı olan **problemi anlama** yeterliğine yönelik sergiledikleri davranışlara ilişkin bulgulara Tablo 2’de yer verilmiştir.

Tablo 2. Sınıf Öğretmeni Adaylarının Problemi Anlama Yeterlikleri

Basamaklar		f
Hiç Yaklaşım Sergilememe	SÖA1, SÖA2, SÖA3, SÖA4, SÖA6, SÖA7, SÖA8, SÖA9, SÖA10, SÖA11, SÖA12, SÖA13, SÖA15, SÖA16, SÖA17, SÖA18, SÖA19, SÖA21, SÖA22, SÖA23, SÖA24, SÖA26, SÖA27, SÖA28, SÖA30, SÖA31, SÖA32, SÖA33, SÖA34	29
Bir Ölçüde Uygun Yaklaşım Sergileme	SÖA5, SÖA14, SÖA20, SÖA25, SÖA29	5
Uygun Yaklaşım Sergileme	-	0

Problemi anlama basamağına yönelik sınıf öğretmeni adaylarının yarısından fazlasının hiç yaklaşım sergilemediği ve problemi kendi cümleleriyle ifade etmeye çalışmadıkları belirlenmiştir (Bkz. Tablo 2). Sadece beş öğretmen adayı, bir ölçüde uygun yaklaşım sergilemiştir. Öğretmen adayları, doğrudan matematik dünyasına geçiş yapma eğiliminde bulunmuşlardır. Bir ölçüde uygun yaklaşım sergileyen SÖA20 kodlu öğretmen adayının modelleme sürecinin bu basamağına yönelik çözüm kâğıdından bir kesiti Resim 1’de sunulmuştur.

ÇÖZÜMÜN SUNUMU

Öncelikle bu sorunun cevabını bulmak için bir yılda kaç gün okula gideriz ?, kaç gün derse gireriz?, günde kaç saat derse gireriz ? gibi soruların cevabını bulmamız gerekir. Bizden istenilen Deniz in 1 yılda okulda ne kadar zaman geçirdiğidir. Bunu da aşağıda verilen 1 yılda kaç gün okula gideriz sorusundan hareketle bulabiliriz.

1 yıl kaç gündür	365 gün 6 saat
1 yıl kaç haftadır	52 hafta
1 yıl kaç aydır	12 ay
1 gün kaç saattir	24 saat
1 yılda toplam kaç gün okula gideriz	180 gün
1 yılda toplam kaç hafta okula gideriz	36 hafta

Resim 1. SÖA20 kodlu öğretmen adayının çözüm kâğıdı

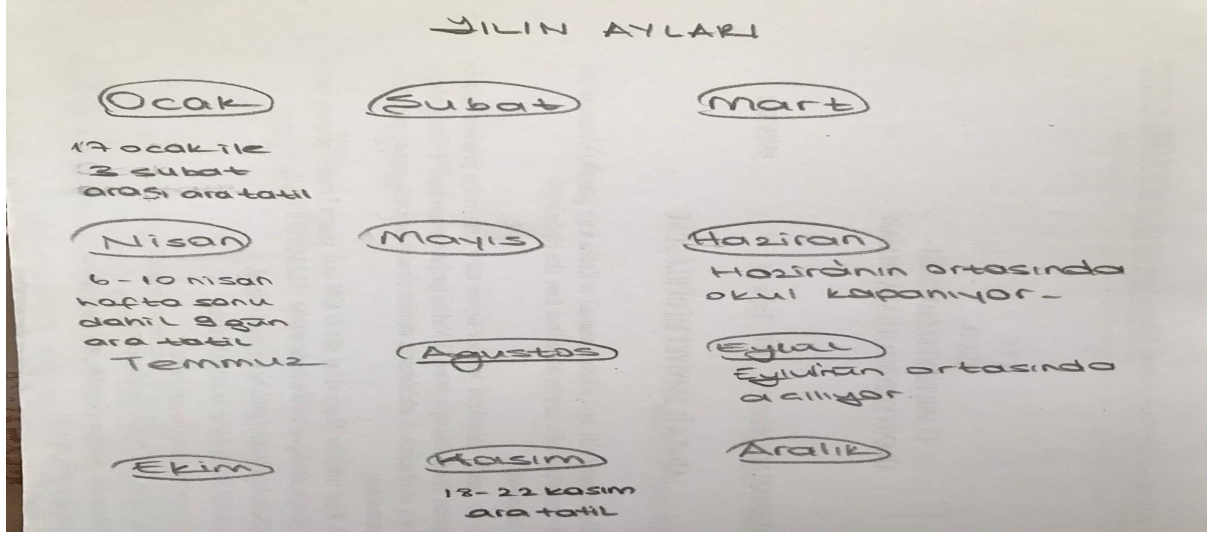
Resim 1’de SÖA20’nin problemi kendi cümleleri ile ifade etmeye çalıştığı görülmüştür. Problem durumunda yer alan bilgiler doğrultusunda, problemin neler istediğini, hangi değişkenleri ele alması gerektiğini anlamlandırmaya çalışmıştır. Ancak öğretmen adayı resmi tatiller, yaz tatili, yarıyıl tatili veya hafta sonu değişkenlerine yönelik sorgulamalar yapmadığı için bir ölçüde uygun yaklaşım sergilemiştir.

Sınıf öğretmeni adaylarının, matematiksel modelleme sürecinin ikinci basamağı olan *değişkenleri seçme ve varsayımları kurma* yeterliğine yönelik sergiledikleri davranışlara ilişkin bulgulara Tablo 3’de yer verilmiştir.

Tablo 3. Sınıf Öğretmeni Adaylarının Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Yeterlikleri

Basamaklar		f
Hiç Yaklaşım Sergilememe	SÖA4, SÖA9, SÖA15, SÖA17, SÖA18, SÖA19, SÖA22, SÖA23, SÖA24, SÖA26, SÖA32, SÖA34	12
Bir Ölçüde Uygun Yaklaşım Sergileme	SÖA1, SÖA2, SÖA3, SÖA5, SÖA6, SÖA7, SÖA8, SÖA10, SÖA11, SÖA12, SÖA13, SÖA14, SÖA16, SÖA20, SÖA21, SÖA25, SÖA27, SÖA28, SÖA29, SÖA30, SÖA31	21
Uygun Yaklaşım Sergileme	SÖA33	1

Değişkenleri seçme ve varsayımları kurma basamağında sınıf öğretmeni adaylarının çoğunlukla hiç yaklaşım sergilemedikleri ya da bir ölçüde uygun yaklaşım sergiledikleri görülmüştür (Bkz. Tablo 3). Bu basamakta öğretmen adayları problem durumunda yer alan ifadeler doğrultusunda çeşitli varsayımlarda bulunmaya ve çözüm için gerekli değişkenleri belirlemeye çalışmışlardır. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun sadece ay değişkeni bağlamında değişkenleri belirlemeye ve varsayımlar oluşturmaya çalıştığı ve bu doğrultuda yanlış varsayımlarda bulunduğu belirlenmiştir. Bir ölçüde uygun yaklaşım sergileyen sınıf öğretmeni adayları, bir yıl boyunca resmi tatiller, yaz tatili, yarıyıl tatili veya hafta sonu değişkenlerini dikkate alarak sadece gün veya hafta üzerinden hesaplamalarda buldukları için bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlar doğrultusunda yaklaşımlar sergilemişlerdir. Uygun yaklaşım sergileyen bir öğretmen adayı ise bir yıl boyunca resmi tatiller, yaz tatili, yarıyıl tatili, hafta sonu değişkenlerini dikkate alarak doğru hesaplamalarda bulunmuştur. Bir ölçüde uygun yaklaşım sergileyen SÖA3 kodlu öğretmen adayının değişkenleri seçme ve varsayımları kurma basamağına yönelik çözüm kâğıdından bir kesit Resim 2’de sunulmuştur.



Resim 2. SÖA3 kodlu öğretmen adayının çözüm kâğıdı

Resim 2’de görüldüğü gibi SÖA3 kodlu öğretmen adayının, bir yıl boyunca resmi tatil ve hafta sonu değişkenlerini dikkate almayarak sadece yarıyıl, yaz tatili ve ara tatiller doğrultusunda değişkenleri belirlemeye çalıştığı görülmektedir. Bundan dolayı bir ölçüde uygun yaklaşım sergilemiştir.

Sınıf öğretmeni adaylarının, matematiksel modelleme sürecinin üçüncü basamağı olan *matematikselleştirme* yeterliğine yönelik sergiledikleri davranışlara ilişkin bulgulara Tablo 4’de yer verilmiştir.

Tablo 4. Sınıf Öğretmeni Adaylarının Matematikselleştirme Yeterlikleri

Basamaklar		f
Hiç Yaklaşım Sergilememe	SÖA4, SÖA9, SÖA17, SÖA18, SÖA19, SÖA26, SÖA34	7
Bir Ölçüde Uygun Yaklaşım Sergileme	SÖA1, SÖA2, SÖA3, SÖA5, SÖA6, SÖA7, SÖA8, SÖA10, SÖA11, SÖA12, SÖA13, SÖA14, SÖA15, SÖA16, SÖA20, SÖA21, SÖA22, SÖA23, SÖA24, SÖA25, SÖA27, SÖA28, SÖA29, SÖA30, SÖA31, SÖA32	26
Uygun Yaklaşım Sergileme	SÖA33	1

Matematikselleştirme basamağında öğretmen adaylarının çoğunluğunun bir ölçüde uygun yaklaşım sergilediği görülmüştür (Bkz. Tablo 4). Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu problem durumunu matematiksel olarak ifade edebilmek için resmi tatiller, yaz tatili, yarıyıl tatili veya hafta sonu değişkenlerini tabloya taşımışlardır. Bir başka deyişle okula gidilen ve gidilmeyen günleri aylar bazında görebilmek için tablolastırmışlardır. Ancak öğretmen adayları resmi tatilleri belirlerken yılbaşı, 23 Nisan, 1 Mayıs, 19 Mayıs, 29 Ekim, Ramazan ve Kurban Bayramı ile ara tatillerin tatil olduğunu göz ardı etmişlerdir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının yarısından fazlası eksik ve hatalı matematiksel modeller oluşturmuşlardır (Bkz Resim 3). Sadece bir öğretmen adayı tüm resmi tatilleri belirleyerek doğru matematiksel modeller oluşturmuştur.

Sınıf öğretmeni adaylarının, matematiksel modelleme sürecinin dördüncü basamağı olan *matematiksel çözümü gerçekleştirme* yeterliğine yönelik sergiledikleri davranışlara ilişkin bulgulara Tablo 5’de yer verilmiştir.

Tablo 5. Sınıf Öğretmeni Adaylarının Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Yeterlikleri

Basamaklar		f
Hiç Yaklaşım Sergilememe	SÖA4, SÖA9, SÖA12, SÖA17, SÖA18, SÖA19, SÖA26, SÖA34	8
Bir Ölçüde Uygun Yaklaşım Sergileme	SÖA1, SÖA2, SÖA3, SÖA5, SÖA6, SÖA7, SÖA8, SÖA10, SÖA11, SÖA13, SÖA14, SÖA15, SÖA16, SÖA20, SÖA21, SÖA22, SÖA23, SÖA24,	25

SÖA25, SÖA27, SÖA28, SÖA29,
SÖA30, SÖA31, SÖA32

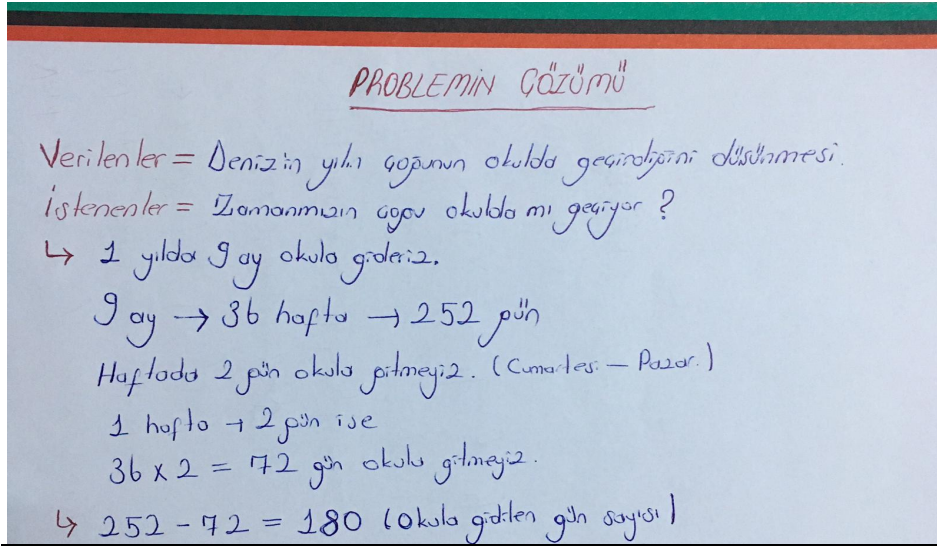
Uygun Yaklaşım Sergileme

SÖA33

1

Matematikselleştirme basamağında sınıf öğretmeni adaylarının çoğunlukla hiç yaklaşım sergilemedikleri ya da bir ölçüde uygun yaklaşım sergiledikleri görülmüştür (Bkz. Tablo 5). Bu basamakta öğretmen adayları, problemde istenenler doğrultusunda kurdukları matematiksel modeli çözmeye ve matematiksel sonuçlar elde etmeye çalışmışlardır. Sekiz öğretmen adayı herhangi bir matematiksel işlem yapma eyleminde bulunmamıştır. Öğretmen adaylarının eksik ve hatalı oluşturdukları matematiksel modelleri kısmen veya hatalı olarak çözdükleri ve bir ölçüde matematiksel çözümü gerçekleştirme sürecini gerçekleştirdikleri belirlenmiştir. Uygun yaklaşım sergileyen öğretmen adayı, doğru oluşturduğu matematiksel modelleri doğru olarak çözmüştür. Bu doğrultuda problem çözümüne yönelik uygun matematiksel modeller oluşturabilen öğretmen adayının, bu problemi çözebildiği ortaya çıkmıştır. Matematiksel modellerinde eksiklikler bulunan öğretmen adaylarının çoğunun problem çözümünün de eksiklikler ve hatalar barındırdığı tespit edilmiştir. Bir ölçüde uygun yaklaşım sergileyen SÖA5 ve uygun yaklaşım sergileyen SÖA33 kodlu öğretmen adaylarının matematikselleştirme ve matematiksel çözümü gerçekleştirme basamaklarına yönelik çözüm kâğıtlarından kesitler Resim 3 ve Resim 4’de sunulmuştur.

Bir Ölçüde Uygun Yaklaşım Sergileyen SÖA5 Kodlu Öğretmen Adayı



Resim 3. SÖA5 Kodlu Öğretmen Adayının Çözüm Kâğıdı

Resim 3’de görüldüğü gibi SÖA5 kodlu öğretmen adayı, sadece hafta sonu değişkenini dikkate alarak matematikselleştirme ve matematiksel çözümü gerçekleştirme basamaklarını ortaya koymaya çalışmıştır. Öğretmen adayı yılbaşı, 23 Nisan, 1 Mayıs, 19 Mayıs, 29 Ekim, Ramazan ve Kurban Bayramı, ara tatiller değişkenlerini göz ardı etmiştir. Bundan dolayı matematikselleştirme ve matematiksel çözümü gerçekleştirme basamaklarında bir ölçüde uygun yaklaşım sergilemiştir.

Uygun Yaklaşım Sergileyen SÖA33 Kodlu Öğretmen Adayı

Çözüm: Yılda 9 ay okula gidilir ve sadece 3 ay yaz tatili olur. Yani yılın çoğunu okulda geçiriyor gibi görülsede hesaplayınca düşüncemizin yanlış olduğunu görürüz. Sonuçta bu 9 ayda hergün okul olmuyor. Tatil günlerinde oluyor. Resmi tatiller hafta sonu tatilleri ve ara tatiller.

Yıldageçen resmi tatiller

Bir yıl 365 gündür. Ekim: 29 ekim resmi tatil Kasım: (16-20) arası ara tatil Ocak: 1. (yıl başı) + sömestir tatili (22 ocak- 8 şubat arası) Nisan: 2. (ara tatil) 12,16 + 23 nisan Mayıs: 1+19 + 24,25,26 (bayram tatili)

Ocak (15 gün okul16 gün tatil)

Şubat (15 gün okul13 gün tatil)

Mart (23 gün okul8 gün tatil)

Nisan(16 gün okul14 gün tatil)

Mayıs (17 gün okul14 gün tatil)

Haziran (14 gün okul16 gün tatil)

Temmuz (Yaz tatili 31 gün)

Ağustos (Yaz tatili 31 gün)

Eylül (16 gün oku 14 gün tatil)

Ekim(21 gün okul10 gün tatil)

Kasım(16 gün okul14 gün tatil)

Aralık(23 gün okul8 gün tatil)

Yılda okul günleri toplamı = 176

Yılda tatil günleri toplamı =189

Toplam 176+189=365 gün Görüldüğü gibiyılda okul günleri tatil günlerinden az çıktı.

Resim 4. SÖA33 Kodlu Öğretmen Adayının Çözüm Kâğıdı

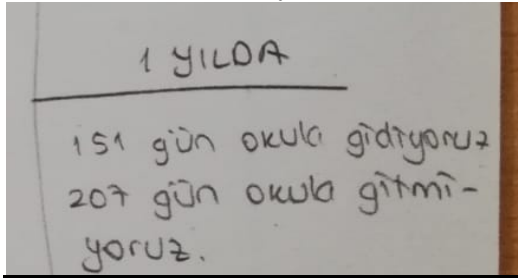
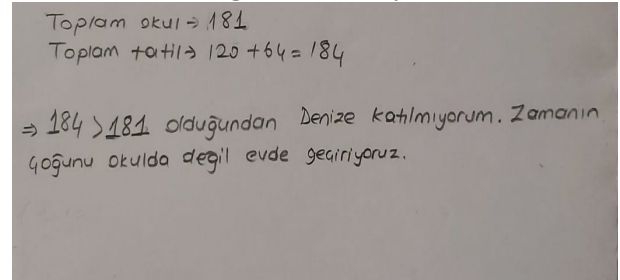
Resim 4’de görüldüğü gibi SÖA33 kodlu öğretmen adayı, yılbaşı, 23 Nisan, 1 Mayıs, 19 Mayıs, 29 Ekim, Ramazan ve Kurban Bayramı, ara tatiller değişkenlerini dikkate alarak matematiksel hesaplamalarda bulunmuştur. Bundan dolayı matematikselleştirme ve matematiksel çözümü gerçekleştirme basamaklarında uygun yaklaşım sergilemiştir.

Sınıf öğretmeni adaylarının, matematiksel modelleme sürecinin beşinci basamağı olan **çözümleri yorumlama** yeterliğine yönelik sergiledikleri davranışlara ilişkin bulgulara Tablo 6’da yer verilmiştir.

Tablo 6. Sınıf öğretmeni adaylarının çözümleri yorumlama yeterlikleri

Basamaklar	f
Hiç Yaklaşım Sergilememe	SÖA2, SÖA3, SÖA4, SÖA8, SÖA9 5
Bir Ölçüde Uygun Yaklaşım Sergileme	SÖA1, SÖA5, SÖA6, SÖA7, SÖA10, SÖA11, SÖA12, SÖA13, SÖA14, SÖA15, SÖA16, SÖA17, SÖA18, SÖA19, SÖA20, SÖA21, SÖA22, SÖA23, SÖA24, SÖA25, SÖA26, SÖA27, SÖA28, SÖA29, SÖA30, SÖA31, SÖA32, SÖA33, SÖA34 29
Uygun Yaklaşım Sergileme	- 0

Çözümleri yorumlama basamağında sınıf öğretmeni adaylarının yarısından fazlasının bir ölçüde uygun yaklaşım sergilediği görülmüştür (Bkz Tablo 6). Beş öğretmen adayı yorumlama yaklaşımında bulunmamıştır. Öğretmen adaylarının elde ettikleri matematiksel sonuçları analiz edip gerçek yaşam bağlamında yorumlamalarının beklendiği bu basamakta, istenilen ölçüde başarılı olamadıkları görülmüştür. Öğretmen adayları sadece elde ettiği sayısal sonuçları karşılaştırarak yorumlama yaklaşımında buldukları için elde ettikleri matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik bir şekilde yorumladıkları belirlenmiştir. Hiç yaklaşım sergilemeyen SÖA2 ve bir ölçüde uygun yaklaşım sergileyen SÖA30 kodlu öğretmen adaylarının, çözümleri yorumlama basamağına yönelik çözüm kâğıtlarından bir kesit Resim 5’de sunulmuştur.

Hiç yaklaşım sergilemeyen SÖA2 Kodlu Öğretmen Adayı**Bir Ölçüde Uygun Yaklaşım Sergileyen SÖA30 Kodlu Öğretmen Adayı**

Resim 5. SÖA2 ve SÖA30 Kodlu Öğretmen Adaylarının Çözüm Kâğıtları

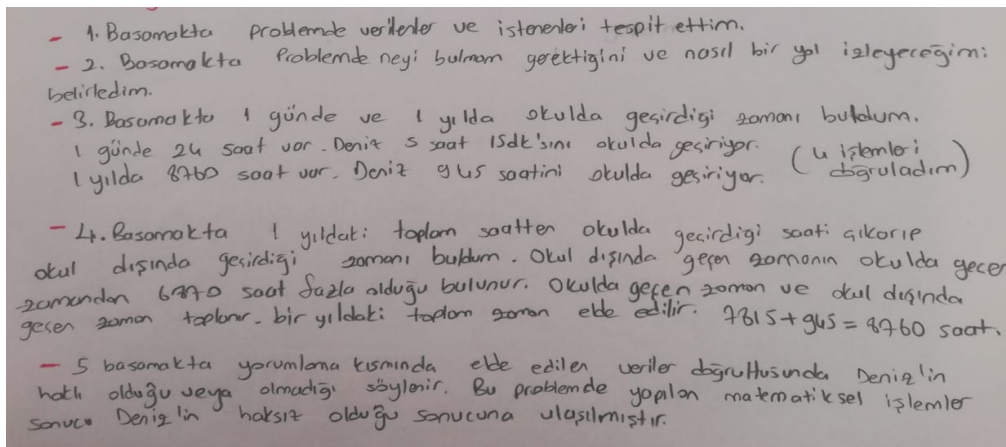
Resim 5’de görüldüğü gibi SÖA2 kodlu öğretmen adayları sadece yaptığı matematiksel sonucu yazarak problemi çözmeye sürecini tamamlamış ve yorumlama yaklaşımında bulunmamıştır. SÖA30 kodlu öğretmen adayları ise bulduğu sayısal sonuçları karşılaştırarak bir ölçüde yorumlama yaklaşımında bulunmuştur.

Sınıf öğretmeni adaylarının, matematiksel modelleme sürecinin altıncı basamağı olan *modeli doğrulama* yeterliğine ilişkin sergiledikleri davranışlara ilişkin bulgulara Tablo 7’de yer verilmiştir.

Tablo 7. Sınıf Öğretmeni Adaylarının Modeli Yorumlama Yeterlikleri

Basamaklar		f
Hiç Yaklaşım Sergilememe	SÖA1, SÖA2, SÖA3, SÖA4, SÖA5, SÖA6, SÖA7, SÖA8, SÖA9, SÖA10, SÖA11, SÖA12, SÖA13, SÖA14, SÖA15, SÖA16, SÖA17, SÖA18, SÖA19, SÖA20, SÖA21, SÖA22, SÖA23, SÖA24, SÖA25, SÖA26, SÖA27, SÖA28, SÖA30, SÖA31, SÖA32, SÖA33, SÖA34	33
Bir Ölçüde Uygun Yaklaşım Sergileme	SÖA29	1
Uygun Yaklaşım Sergileme	-	0

Modeli doğrulama basamağında öğretmen adaylarının neredeyse tamamının herhangi bir yaklaşım sergilemediği, bir öğretmen adayının bir ölçüde uygun yaklaşım sergilediği görülmüştür (Bkz. Tablo 7). Bu doğrultuda öğretmen adaylarının kurdukları matematiksel modelin ve elde ettikleri matematiksel sonuçların gerçek yaşam durumu için uygunluğunu sorgulamadıkları belirlenmiştir. Resim 6’da bir ölçüde uygun yaklaşım sergileyen SÖA29 kodlu öğretmen adayının yaptığı doğrulama süreci sunulmuştur.



Resim 6. SÖA29 Kodlu Öğretmen Adayının Çözüm Kâğıdı

Resim 6’da görüldüğü gibi SÖA29 kodlu öğretmen adayları problemi anlama, değişkenleri belirleme, model oluşturma, oluşturduğu modeli çözmeye ve yorumlama süreçlerine dair tüm sürecini kontrol etme yaklaşımı

sergilemiştir. Ancak doğrulama yaklaşımı sergilemiş olmasına rağmen eksiklerini ve hatalarını fark etmediği için bir ölçüde uygun yaklaşım sergilemiştir.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Araştırmada sınıf öğretmeni adaylarının, *Okulda Zaman* matematiksel modelleme problemi üzerinden matematiksel modelleme yeterlikleri incelenmiş ve bu süreçte karşılaştıkları güçlükler her bir modelleme yeterliği değerlendirmesinde bütüncül olarak ele alınmıştır. Bu doğrultuda, sınıf öğretmeni adaylarının modelleme yeterlikleri altı basamakta incelenmiştir. Modelleme sürecinin ilk basamağı olan problemi anlama basamağına yönelik sınıf öğretmeni adaylarının yarısından fazlasının hiç yaklaşım sergilemediği ve problemi kendi cümleleriyle ifade etmeye çalışmadıkları belirlenmiştir. Öğretmen adayları doğrudan matematik dünyasına geçiş yapma ve işlem yapma eğiliminde bulunmuşlardır. Blum ve Borromeo-Ferri (2009) ile Haas, Kreis ve Lavicza'na (2020) göre bireyler, matematiksel modelleme etkinliklerini ne okul ortamında ne de okul dışında deneyimledikleri için problem durumunu anlamadan ve problem durumu üzerinde düşünmeden doğrudan çözüme geçtikleri görüşü araştırma sonucunda elde edilen bulguyu destekler niteliktedir. Peter-Koop (2004), bireylerin problem durumunu anlamalarının, problemi çözebilmeleri için önemli olduğunu ve modelleme sürecinde genellikle onların bu yeterlikte güçlük yaşadıklarını vurgulamaktadır. Wijaya, van den Heuvel-Panhuizen, Doorman ve Robitzsch'a (2014) göre, modelleme döngüsünün ilk adımı olan anlama basamağının doğru yapılandırılmadığı takdirde, model oluşturma sürecinin önündeki en büyük engellerden biri olabileceği belirtilmiştir.

Modelleme sürecinin ikinci basamağı olan değişkenleri seçme ve varsayımları kurma basamağında sınıf öğretmeni adaylarının çoğunlukla hiç yaklaşım sergilemedikleri ya da bir ölçüde uygun yaklaşım sergiledikleri görülmüştür. Öğretmen adaylarının, gerekli değişkenleri belirleyememeleri ve değişkenleri hangi bağlamda kullanmaları gerektiğini bilememeleri (Graham & Thomas, 2000) modelleme sürecinde bir takım sıkıntılar yaşamalarına yol açmıştır. Farklı yaş gruplarından bireylerle yapılan pek çok çalışmada, bireylerin modelleme döngüsünün ilk aşamalarından olan problem durumunu sadeleştirmenin oldukça zorlayıcı olduğu (Blum, 2015; Chan, Ng, Widjaja ve Seto, 2012; Haines & Crouch, 2007; Maaß, 2006; Sekerak, 2010) ve problem durumuna uygun varsayım oluşturmakta bireylerin korktuğu vurgulanmıştır (Blum, 2015). Hem bu çalışmada hem de diğer benzer çalışmalar bireylerin problemi sadeleştirme sürecinde güçlük yaşamalarının sebebinin, bireysel problem çözme odaklı bir anlayışa sahip olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durum Maaß'ın (2006) gerçekleştirdiği çalışmasında da vurgulanmış ve bireylerin modelleme sürecinde tartışmadıkları, ortaya koydukları çözüm varsayımlarının önemli bir bölümünün eksik olduğu ve bu durumun tartışma sırasında ortaya çıkacak olan yeterlikleri etkilediğini belirtmiştir.

Modelleme sürecinin üçüncü basamağı olan matematikselleştirme basamağında, öğretmen adaylarının yarısından fazlası bir ölçüde uygun yaklaşım ortaya koymuştur. Bu öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu problem durumunu matematiksel olarak ifade edebilmek için resmi tatiller, yaz tatili, yarıyıl tatili veya hafta sonu değişkenlerini tabloya taşımışlardır. Bir başka deyişle okula gidilen ve gidilmeyen günleri aylar bazında görebilmek için tablolaştırmışlardır. Çalışmadan elde edilen bu gösterim şekilleri Öztun, Hıdıroğlu, Kula ve Bukova Güzel (2013), Tekin Dede ve Yılmaz (2013), Duran ve diğerleri (2016) tarafından yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Öztun ve diğerleri (2013) matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme problemlerinin çözümünde cebirsel, sözel, grafiksel, şekilsel, dinamik ve tablo gösterim şekillerini kullandıklarını ifade etmiştir. Benzer şekilde Tekin Dede ve Yılmaz (2013) ise matematik öğretmeni adaylarının model oluşturma sürecinde geometrik, şekilsel ve cebirsel gösterimleri kullandıklarını ortaya koymuştur. Son olarak Duran ve diğerleri (2016) tarafından yapılan çalışmada da matematik öğretmeni adaylarının, cebirsel ve şekilsel matematiksel modeller oluşturdukları ortaya koyulmuştur. Alan yazında öğrencilerin matematiksel olarak iyi donanımlı olmalarına rağmen daha basit matematiksel işlemleri tercih edecekleri modeller ortaya koydukları vurgulanmıştır (Biccard, 2010; Biccard & Wessels, 2011; Blum, 2011; English & Watters, 2004; Şahin, 2019; Tekin Dede, 2015). Ayrıca öğretmen adaylarının varsayımlarının, matematikselleştirme basamağını doğrudan şekillendirdiği vurgulanmaktadır (Hıdıroğlu vd., 2014). Bu doğrultuda matematiksel modeller oluşturmadan önce varsayımlar ortaya koyulduğu için öğretmen adaylarının ürettikleri matematiksel modellerin nitelikleri incelendiğinde, üretilen modellerin çoğunun problemin doğasına uygun olmayan modeller olduğu ve matematiksel model oluşturamayan öğretmen adaylarının olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, öğretmen adaylarının uygun matematiksel modeller oluşturabilmede güçlük yaşadıklarını göstermiştir.

Modelleme sürecinin dördüncü basamağı olan matematiksel çözümü gerçekleştirme basamağında sınıf öğretmeni adaylarının çoğunlukla hiç yaklaşım sergilemedikleri ya da bir ölçüde uygun yaklaşım sergiledikleri görülmüştür. Bu basamakta öğretmen adayları, problemde istenen doğrultusunda kurdukları matematiksel modeli çözmeye ve matematiksel sonuçlar elde etmeye çalışmışlardır. Öğretmen adaylarının eksik ve hatalı oluşturdukları

matematiksel modelleri kısmen veya hatalı olarak çözdükleri belirlenmiştir. Uygun yaklaşım sergileyen öğretmen adayı ise doğru oluşturduğu matematiksel modelleri doğru olarak çözmüştür. Çalışmadan elde edilen bu sonuç, modelleme sürecinde matematiksel modellerinde eksiklik olan öğrencilerin ilgili problemi çözmede zorlandıkları çalışma sonuçlarını desteklemektedir (Duran vd., 2016; English & Watters, 2004; Maaß, 2006). Bu doğrultuda modelleme sürecinde üretilen matematiksel modellerin niteliğinin, problemi çözme yeterliğine yansıdığı düşünülmektedir.

Modelleme sürecinin beşinci basamağı olan çözümleri yorumlama basamağında sınıf öğretmeni adaylarının yarısından fazlasının bir ölçüde uygun yaklaşım sergilediği görülmüştür. Öğretmen adaylarının elde ettikleri matematiksel sonuçları analiz edip gerçek yaşam bağlamında yorumlamalarının beklendiği bu basamakta, istenilen ölçüde başarılı olamadıkları belirlenmiştir. Öğretmen adayları sadece elde ettiği sayısal sonuçları karşılaştırarak yorumlama yaklaşımında buldukları için elde ettikleri matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik bir şekilde yorumladıkları belirlenmiştir. Bir başka deyişle öğrencilerin elde ettikleri matematiksel çözümleri, gerçek yaşam bağlamında yorumlamada güçlük yaşadıkları ve bazen de hiç yorumlama yoluna gitmedikleri görülmüştür. Doğal öğrenme ortamlarında öğrencilerin yalnızca doğru sonuca ulaşacakları problem türleriyle çalışıyor olması ve bu sonuçların matematik dışı bağlamlarda yorumlanmaması, öğrencilerin yorumlama yeterliğinde güçlük yaşamalarının sebebi olduğu düşünülmektedir (Fox, 2006; Haas vd., 2020; Lesh & Doerr, 2003). Bu düşüncüyü destekler nitelikte öğrencilerin matematiksel sonuçları gerçek yaşam bağlamında yorumlamakta zorlandıklarını gösteren çalışmalar mevcuttur (Blum, 2011; Bukova Güzel, 2011; Maaß, 2006, Sekerak, 2010; Şahin, 2019; Ulu, 2017).

Modelleme sürecinin son basamağı olan modeli doğrulama basamağında öğretmen adayları herhangi bir yaklaşım sergilememişlerdir. Öğrencilerin kurdukları matematiksel modelin ve elde ettikleri matematiksel sonuçların gerçek yaşam durumu için uygunluğunu sorgulamadıkları görülmüştür. Elde edilen bu sonuç benzer çalışmalarda elde edilen, bireylerin modelleme sürecinde en zorlandıkları basamakların yorumlama ve doğrulama basamakları olduğu yönündeki çalışma sonuçları ile uyumludur (Blum & Borremeo Ferri, 2009; Şahin, 2019; Tekin Dede & Yılmaz 2013). Bu durum Berry ve Houston (1995), Blum ve Borremeo-Ferri (2009), Peter-Koop (2004) ile Sekerak'ın (2010) belirttiği, öğrencilerin elde ettikleri matematiksel sonuçların gerçek yaşam durumları için uygunluğunu doğrulamadıkları ve yorumlama yapmadıkları şeklindeki görüşleriyle uyumludur. Çözümleri yorumlama ve modeli doğrulama basamakları modelleme süreci için önemli basamakları olarak kabul edildiği (Tuminaro & Redish, 2003) göz önüne alındığında, bireylerin bu yönlerinin geliştirilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Modelleme sürecinde gerçekleştirilen üst bilişsel süreçlerin oluşmasında, doğrulama basamağı önemli bir rol oynamaktadır (Hıdıroğlu, 2012). Bu çalışmada da sadece problemin çözümüne odaklanan öğretmen adayları, matematiksel sonucu buldukları anda problemi ve yaptıklarını yorumlamayı ve doğrulamayı bırakma eğiliminde oldukları için son iki basamakta uygun yaklaşım sergilemede yetersiz kalmışlardır. Bununla birlikte söz konusu yetersizliğin problemin yapısı, gerçek yaşam deneyimlerindeki eksiklikler ve öğrencilerin bu tarz uygulamalara alışık olmamasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Doerr & English, 2003; English & Watters, 2005; English, 2002, 2009; Haas vd., 2020; Suh, Matson, Seshaiyer, Jamieson & Tate, 2021).

Sınıf öğretmeni adaylarının modelleme basamaklarından problemi anlama, değişkenleri seçme ve varsayımları kurma, çözümleri yorumlama ve modeli doğrulama basamaklarında yetersiz kaldıkları ortaya çıkmıştır. Sınıf öğretmeni adaylarının çoğu, bu basamaklarda uygun yeterlikler gösterememiştir. Bu güçlüklerin üstesinden gelebilmek için öğretmen adaylarının bu tarz problem durumları ile daha fazla karşılaşmaları sağlanmalıdır. Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemleri ve model oluşturma etkinlikleri ile çalışabilecekleri ve deneyim kazanabilecekleri sınıf ortamları oluşturulabilir. Bu sayede öğretmen adaylarının modelleme sürecine yönelik yeterlik kazanmalarının yanında öğretimi yapılan konulara yönelik kavramsal anlayışlara sahip olmaları sağlanabilir. Sınıf öğretmeni adaylarına lisans döneminde matematik öğretimi derslerinde, matematiksel modellemeye yönelik bilgi, yeterlik ve farkındalık kazanabilecekleri ve etkinlikler tasarlayabilecekleri ders içerikleri hazırlanabilir. Benzer şekilde sınıf öğretmenlerine de uzmanlar tarafından seminerler ve çalıştaylar düzenlenebilir. Son olarak bu çalışmada sınıf öğretmeni adaylarına sadece farkındalık kazandırmak için matematiksel modellemeye dair teorik bilgiler verilmiştir. Bir başka çalışmada sınıf öğretmeni adaylarına matematiksel modellemeye yönelik uygulamalı bir eğitim verilerek ardından modelleme yeterliklerinin nasıl olduğu değerlendirilebilir. Böylece karşılaştırmalı çalışmalar yapılabilir.

Araştırmacıların Katkı Oranı

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sunmuşlardır.

Destek ve Teşekkür

Yazarlar çalışma için herhangi bir finansal destek almamışlardır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çalışmada herhangi bir çıkar çatışmasının bulunmadığını beyan etmişlerdir.

Kaynakça / References

- Asempapa, R. S. (2015). Mathematical modelling: Essential for primary and middle school students. *Journal of Mathematics Education*, 8(1), 16-29.
- Berry, J., & Houston, K. (1995). *Mathematical modelling*. J. W. Arrowsmith Ltd.
- Biccard, P. (2010). *An investigation into the development of mathematical modelling competencies of grade 7 learners* (Master thesis). Stellenbosch Üniversitesi, South Africa.
- Biccard, P., & Wessels, D. C. (2011). Documenting the development of modelling competencies of grade 7 mathematics students. G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri ve G. Stillman (Ed.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling* (ICTMA 14) içinde (s. 375-383). Springer.
- Bliss, K., & Libertini, J. (2016). What is mathematical modelling? S. Garfunkel ve M. Montgomery (Ed.), *GAIMME: Guidelines for assessment & instruction in mathematical modelling education* içinde (s. 7-21). Society for Industrial and Applied Mathematics SIAM.
- Blomhøj, M. (2011). Modelling Competency: Teaching, Learning and Assessing Competencies – Overview. Kaiser, G., Blum, W., Borromeo Ferri, R., Stillman, G. (eds) *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling. International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling* içinde (pp. 343-347). Springer, Dordrecht..
- Blum, W. (2002). ICMI study 14: applications and modelling in mathematics education-discussion document. *Educational Studies in Mathematics*, 51, 149-171.
- Blum, W. (2011). Can modelling be taught and learnt? Some answers from empirical research. G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri ve G. Stillman (Ed.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling: International perspectives on the teaching and learning of mathematical modelling* içinde (s. 15-30). Springer.
- Blum, W. (2015). Quality teaching of mathematical modelling: What do we know? What can we do?. S. J. Cho (Ed.), *The proceedings of the 12th international congress on mathematical education-intellectual and attitudinal challenges* içinde (s. 73-96). Springer.
- Borromeo Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *ZDM*, 38(2), 86-95.
- Blum, W., & Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt?. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1), 45-58.
- Borromeo-Ferri, R., & Blum, W. (2010). Mathematical modelling in teacher education experiences from a modelling seminar. V. Durand-Guerrier, S. Soury-Lavergne ve F. Arzarello (Eds.), *Proceedings of the 6th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME 6)* içinde (s. 2046-2055). INRP.
- Bukova-Güzel, E. (2011). An examination of pre-service mathematics teachers' approaches to construct and solve mathematical modelling problems. *Teaching Mathematics and its Applications: An International Journal of the IMA*, 30(1), 19-36.
- Bukova Güzel, E., Tekin Dede, A., Hıdıroğlu, Ç. N., Kula Ünver, S., & Özaltun Çelik, A. (2018). Matematiksel modelleme problemleri. E. Bukova Güzel (Ed.), *Matematik eğitiminde matematiksel modelleme* içinde (s. 146). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Carlson, M. A., Wickstrom, M. H., Burroughs, E. A., & Fulton, E. W. (2016). A case for mathematical modelling in the primary school classroom. C. R. Hirsch ve A. R. McDuffie (Eds.), *Mathematical modelling and modelling mathematics* içinde (s. 121-129). National Council of Teachers of Mathematics.
- Chan, C. M. E., Ng, K. E. D., Widjaja, W., & Seto, C. (2012). Assessment of primary 5 students' mathematical modelling competencies. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 35(2), 146-178.
- Common Core State Standards Initiative. (2010). *Common Core State Standards for Mathematics (CCSSM)*. National Governors Association Center for Best Practices and the Council of Chief State School Officers.

- Deniz, D., & Akgün, L. (2017). Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yöntemi ve uygulamalarına yönelik görüşleri. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(1), 95-117.
- Duran, M., Doruk, M., & Kaplan, A. (2016). Matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme süreçleri: Kaplumbağa paradoksu örneği. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 5(4), 55-71.
- English, L. (2002). Development of 10-year-olds' mathematical modelling. A. Cockburn ve E. Nardi (Ed.), *Proceedings of the 26th International PME Conference* içinde (s. 329-336). University of East Anglia.
- English, L. (2007). Interdisciplinary modelling in the primary mathematics curriculum. J. Watson ve K. Beswick (Ed.), *Mathematics: Essential research, essential practice* içinde (s.275-284). MERGA Inc.
- English, L. (2009). Promoting interdisciplinarity through mathematical modelling. *ZDM*, 41(1-2), 161-181.
- English, L., & Watters, J. J. (2004). Mathematical modelling with young children. *International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 2, 335-342.
- English, L., & Watters, J. J. (2005). Mathematical modelling in third-grade classrooms. *Mathematics Education Research Journal*, 16, 59-80.
- Fox, J. (2006). A justification for mathematical modelling experiences in the preparatory classroom. M. Chinnappan, P. Grootenboer ve R. Zevenbergen (Ed.) *Identities Cultures and Learning Spaces* içinde (s. 221-228). MERGA Inc.
- Frejd, P. (2012). Teacher's conceptions of mathematical modelling at swedish upper secondary school. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(5), 17-40.
- Gainsburg, J. (2008). Real-world connections in secondary mathematics teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11(3), 199-219.
- García, F. J., Maass, K., & Wake, G. (2010). Theory meets practice: Working pragmatically within different cultures and traditions. *Modeling students' mathematical modeling competencies* içinde (s. 445-457). Springer.
- Graham, A. T., & Thomas, M. O. J. (2000). Building a Versatile Understanding of Algebraic Variables with a Graphic Calculator. *Educational Studies in Mathematics*, 41, 265-282.
- Haas, B., Kreis, Y., & Lavicza, Z. (2020). Connecting the real world to mathematical models in primary schools in Luxemburg. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 40(2), 1-6.
- Haines C., & Crouch R. (2007). Mathematical modelling and applications: Ability and competence frameworks. W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn ve M. Niss (Ed.), *Modelling and applications in mathematics education* (417-424) içinde. Springer.
- Hidroğlu, Ç. N. (2012). *Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme problemlerinin çözüm süreçlerinin analiz edilmesi: Yaklaşım ve düşünme süreçleri üzerine bir açıklama* (Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Hidroğlu, Ç. N., Tekin Dede, A., Kula, S., & Bukova Güzel, E. (2014). Öğrencilerin kuyruklu yıldız problemi'ne ilişkin çözüm yaklaşımlarının matematiksel modelleme süreci çerçevesinde incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31, 1-17.
- Korkmaz, E. (2010). *İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modellemeye yönelik görüşleri ve matematiksel modelleme yeterlikleri* (Yayımlanmamış Doktora tezi). Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Lesh, R., & Doerr, H. (2003). Foundations of a models and modelling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving. R. Lesh ve H. M. Doerr (Ed), *Beyond constructivism: Models and modelling perspective on mathematics problem solving, learning, and teaching* içinde (s. 3-34). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Lesh, R. A., Hamilton, E., & Kaput, J. J. (2007). *Foundations for the future in mathematics education*. Lawrence Erlbaum.
- Liljedahl, P., Chernoff, E., & Zazkis, R. (2007). Interweaving mathematics and pedagogy in task design: A tale of one task. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 10(4), 239-249.
- Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *ZDM*, 38(2), 113-142.

- MaaB, K., & Mischo, C. (2011). Implementing modelling into day-to-day teaching practice-The project STRATUM and its framework. *Journal fur Mathematik-Didaktik*, 32, 103-131.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM] (2000). *Principles and standarts for school mathematics*. NCTM Publications.
- Niss, M., Blum, W., & Galbraith, P. L. (2007). Introduction. W. Blum, P. Galbraith, H. Henn ve M. Niss (Ed.), *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study* içinde (s. 3-32). Springer.
- Özaltun, A., Hıdıroğlu, Ç. N., Kula, S., & Bukova Güzel, E. (2013). Matematik öğretmeni adaylarının modelleme sürecinde kullandıkları gösterim şekilleri. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(2), 66-88.
- Peter Koop, A. (2004). Fermi problems in primary mathematics classrooms: Pupils' interactive modelling processes. I. Putt, R. Farragher ve M. McLean (Ed.), *Mathematics education for the third millenium: Towards 2010* içinde (s. 454-461). MERGA.
- Pilten, P., Serin, M. K., & Işık, N. (2016). Sınıf öğretmenlerinin matematiksel modellemeye ilişkin algılarını belirlemeye yönelik bir olgubilim çalışması. *Electronic Turkish Studies*, 11(3), 1919-1934.
- Sekerak, J. (2010). Phases of mathematical modelling and competence of high school students. *The Teaching of Mathematics*, 13(2), 105-112.
- Siller, H.S., & Kuntze, S. (2011). Modelling as a big idea in mathematics: knowledge and views of pre-service and in-service teachers. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(6), 33-39.
- Suh, J. M., Matson, K., & Seshaiyer, P. (2017). Engaging primary students in the creative process of mathematizing their world through mathematical modelling. *Education Sciences*, 7(2), 61-83.
- Suh, J., Matson, K., Seshaiyer, P., Jamieson, S., & Tate, H. (2021). Mathematical Modeling as a Catalyst for Equitable Mathematics Instruction: Preparing Teachers and Young Learners with 21st Century Skills. *Mathematics*, 9(2), 162.
- Şahin, N. (2014). *İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri üzerindeki düşünme süreçleri* (Yayımlanmış yüksek lisans tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Şahin, N. (2019). *İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin bilişsel modelleme yeterliklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Şahin, N., & Eraslan, A. (2016). İlkokul öğrencilerinin modelleme süreçleri: Suç problemi. *Eğitim ve Bilim*, 41(183), 47-67.
- Şahin, N., & Eraslan, A. (2017). Fourth-grade primary school students' thought processes and challenges encountered during the butter beans problem. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 17(1), 105-127.
- Tarım, K., & Canbazoğlu, H. B. (2021). İlkokulda matematiksel modelleme. E. Bukova Güzel, M. F. Doğan ve A. Özaltun Çelik (Ed.), *Matematiksel modelleme-Teoriden uygulamaya bütünsel bakış* içinde (s. 201-227). Pegem Akademi.
- Tekin Dede, A. (2015). *Matematik derslerinde öğrencilerin modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi: Bir eylem araştırması* (Yayımlanmış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Tekin Dede, A., & Yılmaz, S. (2013). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının modelleme yeterliliklerinin incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 4(3), 185-206.
- Thomas, K., & Hart, J. (2010). Pre-service teachers' perceptions of model eliciting activities. R. Lesh, P. Galbraith, C. Haines, A. Hurford (Ed.), *Modeling students' mathematical modelling competencies* içinde (s. 531-539). Springer Science & Business Media.
- Tuminaro, J., & Redish, E. (2003). Understanding students' poor performance on mathematical problem solving in physics. Published in *Proceedings of 2003 Physics Education Conference*, Madison, Wisconsin, 720, 113-116, 2004.
- Ulu, M. (2017). Examining the mathematical modelling processes of primary school 4th-grade students: Shopping problem. *Universal Journal of Educational Research*, 5(4), 561-580.

- Watters, J. J., English, L. D., & Mahoney, S. (2004). *Mathematical modelling in the primary school*. *American Educational Research Association Annual Meeting* içinde (s. 1-12). San Diego.
- Wijaya, A., van den Heuvel-Panhuizen, M., Doorman, M., & Robitzsch, A. (2014). Difficulties in solving context-based PISA mathematics tasks: An analysis of students' errors. *The Mathematics Enthusiast*, 11(3), 555-584.
- Yamane, T. (2001). *Temel örnekleme yöntemleri*. Literatür Yayıncılık.
- Yanbıyık, S. (2016). *Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerileri: Fermi problemleri uygulamaları* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Yin, R. K. (2017). *Durum çalışması araştırması uygulamaları*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Yu, S. Y., & Chang, C. K. (2011). What did Taiwan mathematics teachers think of model-eliciting activities and modelling teaching?. *Trends in teaching and learning of mathematical modelling*, 147-156.

EK-1: Okulda Zaman Problemi



OKULDA ZAMAN PROBLEMİ

Deniz okulda çok fazla zaman geçirdiğini düşünmekte ve “Okulda zaman nasıl geçiyor anlamıyorum! Neredeyse yılın çoğunu okulda geçiriyorum.” demektedir. Bu durum hakkında ne düşünüyorsunuz? Siz de yılın çoğunu okulda geçirdiğinizi mi düşünüyorsunuz? Gerekli hesaplamaları yaparak Deniz’in haklı olup olmadığını bulunuz. Deniz’i neden haklı bulduğunuzu veya bulmadığınızı ona bir mektup ile açıklayınız.