Eğitimde Kuram ve Uygulama
Journal of Theory and Practice in Education
ISSN: 1304-9496

Articles /Makaleler
2016, 12(1), 17-40

EXAMINING EPISTEMOLOGICAL BELIEFS IN EXPLAINING MATHEMATICS TEACHERS' APPROACHES IN MATHEMATICAL MODELLING[1]

(MATEMATİK ÖĞRETMENLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEMEDEKİ YAKLAŞIMLARINI AÇIKLAMADA EPİSTEMOLOJİK İNANÇLARININ İNCELENMESİ)

Yeliz ÖZKAN HIDIROĞLU[2]
Çağlar Naci HIDIROĞLU[3]

ABSTRACT

The aim of the study is to examine epistemological beliefs in explaining the mathematical modelling approaches of mathematics teachers. In the study, basically dominated by a qualitative approach, quantitative and qualitative data were gathered concurrently from 35 mathematics teachers who work in İzmir and after analysis process while interpreting the findings they were combined and compared. Qualitative data were gathered from written answer sheets of mathematics teachers on mathematical modelling problem while quantitative data were gathered from epistemological belief scale and written answer sheets with the help of the rubric prepared by researchers. In quantitative analysis, descriptive statistics and correlation analysis; in quantitative analysis descriptive analysis were applied. It was seen that there is a weak relationship between epistemological beliefs of mathematics teachers and their approaches in mathematical modelling and also epistemological beliefs predict approaches in the process in weak or moderate level. It was also seen that mathematics teachers who have a high level of epistemological belief have success in specific modelling approaches such as identifying assumptions, strategizing, interpreting and verification. It is believed that more detailed results can be obtained with studies including different modelling types and comprehensive data analysis.

Keywords: Mathematical modelling, epistemological belief, mathematics teacher.

ÖZET

Çalışmanın amacı, matematik öğretmenlerinin matematiksel modellemedeki yaklaşımlarını açıklamada epistemolojik inançlarının incelenmesidir. Temel olarak nitel bir anlayışın olduğu çalışmada nicel ve nitel veriler İzmir'de görev yapmakta olan 35 matematik öğretmeninden eş zamanlı olarak toplanmış; analiz sürecinin ardından bulgular yorumlanırken birleştirilmiş ve karşılaştırılmıştır. Nitel veriler matematik öğretmenlerinin modelleme problemine ilişkin yazılı yanıt kağıtlarından, nicel veriler epistemolojik inanç ölçeğinden ve araştırmacıların hazırladığı rubrik yardımıyla yazılı yanıt kağıtlarından elde edilmiştir. Nicel veri analizinde betimsel istatistikten, korelasyon analizinden, nitel veri analizinde ise betimsel analizden yararlanılmıştır. Matematik öğretmenlerinin epistemolojik inançları ile matematiksel modellemedeki yaklaşımları arasında zayıf bir ilişki olduğu ve epistemolojik inançlarının süreçteki yaklaşımları zayıf veya orta düzeyde yordadığı görülmüştür. Epistemolojik inancı yüksek matematik öğretmenlerinin özellikle belli modelleme yaklaşımlarında (varsayımları belirleme, strateji kurma, yorumlama, doğrulama) başarılı olduklarını göstermiştir. Farklı modelleme türlerini ve kapsamlı veri analizini içeren çalışmalarla daha ayrıntılı sonuçların edinilebileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Matematiksel modelleme, epistemolojik inanç, matematik öğretmeni.

[1] İlgili çalışmanın bir bölümü 16-18 Mayıs 2015 tarihinde Adıyaman'da gerçekleştirilmiş Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Sempozyumu-2'nda sözlü bildiri olarak sunulmuştur.
[2] İlköğretim Matematik Öğretmeni, Milli Eğitim Bakanlığı. yelizozkan09@hotmail.com
[3] Araş. Gör. Dr., Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü.caglarr.naci@gmail.com

© Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Education. All rights reserved.
© Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi. Bütün hakları saklıdır.

SUMMARY

Introduction

Mathematical modelling which is a multifaceted problem solving process builds a bridge between mathematics and daily life with the help of mathematical models by making mathematics' abstract structure more concrete (Blum & Niss, 1989). Mathematics and real life knowledge of individuals have a great value while students are achieving the desired solution in modelling process (Hıdıroğlu, 2012). Even considering further, individuals' view to mathematical knowledge, perception of information in real world situations and associating it with mathematics impact their approaches exhibited in modelling (Verschaffel, De Corte & Boghart, 1997). People also explain their existing information sometimes with their beliefs and intuitions in problems encountered in their life and blend their existing information with the problem situation (Schoenfeld, 1992; Hıdıroğlu, 2015). Beliefs emerge as determiners how an individual perceives and makes sense of all kind of events or situation faced in the life and assumptions of an individual about the accuracy of it (Deryakulu, 2004). When it is considered that epistemological belief is beliefs about information and learning, and also subjective beliefs of individuals about what information is and how knowing and learning occur, it is thought that individuals' epistemological beliefs might be an important factor affecting cognitive processes in modelling process. In that sense the aim of the study is to examine epistemological beliefs in explaining the mathematical modelling approaches of mathematics teachers.

Purpose

The aim of the study is to examine epistemological beliefs in explaining the mathematical modelling approaches of mathematics teachers. In that sense, the research question is "At what level do epistemological beliefs of mathematics teachers predict their mathematical modelling approaches?".

Method

In the study, basically dominated by a qualitative approach, mixed data collection tools were utilised and quantitative and qualitative data were gathered concurrently from 35 mathematics teachers who work in İzmir and after analysis process while interpreting the findings they were combined and compared. Study was carried out in a particular part of one week seminar for teachers and while determining the study group willingness of teachers were also considered.

Qualitative data were gathered with written answer sheets of mathematics teachers about Box Problem, quantitative data were obtained with epistemological belief scale (three factor structure) which was developed by Schommer (1990), adapted in 2002 and brought to the final version in 2005 by Deryakulu and Büyüköztürk, and written answer sheets with the help of a rubric developed by researchers by considering 10 basic competencies (making sense of problem,

demonstrating essential strategic factors in problem, creating assumptions, using mathematical symbols appropriately, determining necessary mathematical concepts, demonstrating an effective problem solving strategy, creating appropriate mathematical models, reaching desired solution or different conclusions from mathematical models, interpreting what they get according to real world situation, trying to verify what they get with various ways).

In the Box Problem the content of a problem which teachers often apply to students in derivative applications was the main point and thus it was aimed to observe mentioned epistemological beliefs in modelling process more effectively. While preparing rubric, in line with the competencies in mathematical modelling process Airasian's (1994) rubric preparing criteria which base process oriented assessment was considered. In this respect, firstly process and competencies in modelling process were chosen by considering theory. Performance criteria were set for process or competencies. Levels were decided to score rubric. Scoring criteria were ranged 3 to 5 levels about competencies. Best solution performance and other student performances were defined in this sense. By taking into consideration Moskal & Laydens (2000)'s approach, rubric was examined by two experts ,different from researchers, for providing content, structure and criterion validity and corrections were done in accordance with their views.

Pilot study was done with 112 different solutions for nine mathematical modelling problems and validity and reliability analysis was conducted. Then, inter-scorer reliability (four researchers) (Moskal & Laydens, 2000, Simon & Giroux, 2000) was calculated and kappa coefficient (Stoddart, Abrams, Gasper & Canaday, 2000) was calculated as 0.78. This shows an important level of agreement among scorers. In quantitative data analysis descriptive analysis and correlation analysis, in qualitative data analysis descriptive analysis was utilised. While presenting findings by giving mathematics teachers' solutions and giving these excerpts as they are without adding anything reliability of the study was tried to increase. Internal validity of the study was tried to increase by asking experts who are familiar with the study to review the study from various aspects. Experts who have deep knowledge in the research topic were asked to examine the various aspects of the study and appropriateness of the problems and researchers have made evaluation meetings with the experts and opinions of the experts were considered.

Result, Discussion and Conclusion

Results of the study show that there is a weak relationship between mathematics teachers' epistemological beliefs and their approaches in mathematical modelling and epistemological beliefs predict approaches in the process as weak or moderate level.

When multidimensional structure of mathematical modelling is considered, weak or moderate level relationships have a great value. This study which is the first one in the literature that relationships between related variables were regarded shows that mathematics teachers who have high epistemological belief are

© Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Education. All rights reserved.
© Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi. Bütün hakları saklıdır.

successful in specific modelling approaches (identifying assumptions, interpreting, strategizing, and verification).

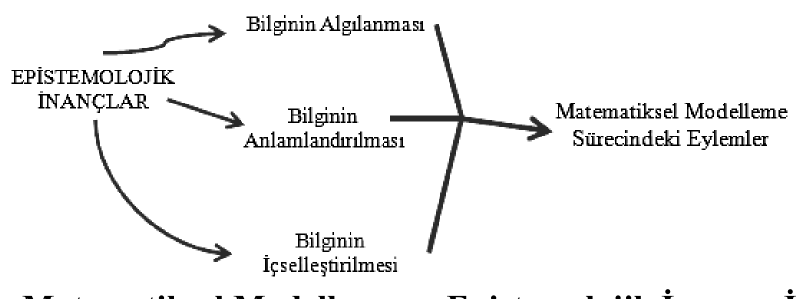
Perry (1970) in intellectual and ethical development model divided people into four different groups according to epistemological belief levels as dualism, multiplicity, relativism, commitment (epistemological belief level from low to high). According to this, this research shows that dualist people exhibit ordinary, missing or incorrect approaches in mathematical modelling when compared to life. In addition, commitment people exhibit solution approaches which are rich and more intertwined with real world and taking into account more than one thought and strategy in mathematical modelling. Mathematics teachers' belief of that only one right answer exists predicts mathematical modelling approaches in moderate level.

Any relationship hasn't been found between mathematics teachers' belief of that learning depends on ability and mathematical modelling approaches. Mathematics teachers' belief of that learning depends on effort predicts mathematical modelling approaches in weak level. It is believed that more detailed results can be obtained with studies including different modelling types. Teaching activities aiming to develop students' or teachers' epistemological beliefs and modelling skills should be organised. Studies can be carried out with different types of mathematical modelling problems by considering Berry & Houston's (1995) classification.

GİRİŞ

Çok yönlü problem çözme süreci olan matematiksel modelleme, matematiğin soyut yapısını daha somut hale getirerek, matematiksel modeller yardımıyla, matematik ve gerçek yaşam arasında bir köprü kurmaktadır (Blum & Niss, 1989). Matematiksel modellemede bireyin sahip olduğu matematik ve gerçek yaşam bilgileri, öğrencilerin istenen çözüme ulaşmasında büyük önem taşımaktadır (Hıdıroğlu, 2012). Kişilerin matematiksel bilgilere bakışı, gerçek yaşam durumlarındaki bilgileri algılayışı ve onları matematikle ilişkilendirme şekilleri matematiksel modellemede sergilenen yaklaşımları etkilemektedir (Verschaffel, De Corte and Boghart, 1997). İnsanlar günlük yaşamlarında karşılaştıkları problemlerde, var olan bilgilerini bazen inanç ve sezgileriyle açıklamaya çalışmakta ve bu var olan bilgileriyle problem durumunu harmanlamaktadır (Schoenfeld, 1992; Hıdıroğlu, 2015). İnançlar, bireyin yaşamda karşılaştığı her türlü olay veya durumu nasıl algıladığını ve anlamlandırdığını belirleyen, birey tarafından doğruluğuna ilişkin varsayımlar olarak karşımıza çıkmaktadır (Deryakulu, 2004). Bireylerin bilgiye, öğrenmeye, bilginin ne olduğuna, bilmeye ve öğrenmenin nasıl gerçekleştiğine ilişkin öznel inançları ise epistemolojik inançlardır (Schommer, 1990). Epistemolojik inanç kavramı ilk kez Schommer (1990) tarafından çok boyutlu olarak ele alınmakta ve Schommer (1990) epistemolojik inanç kuramında, bilginin kesinliği, bilginin kaynağı, bilginin oluşturulması, bilginin edinimi ve bilginin yapısı ile ilgili farklı inanç yapılarından söz etmektedir. Farklı bakış açılarıyla yürütülmüş son otuz yılda gerçekleştirilen bazı araştırmalar epistemolojik inançların eğitim üzerinde (Scheerens & Stoel, 1988; Perry, 1968; Schommer, 1990; Schommer, 1993; King & Kitchener, 1994; Chan ve Elliot, 2000; Tsai, 2006; Işıksal, Kurt Doğan ve Çakıroğlu, 2007) ve problem çözmede (Schoenfeld, 1992; Yılmaz ve Delice, 2007; Kayan ve Çakıroğlu, 2008; Hacıömeroğlu, 2011; Aksan ve Sözer, 2007; Schommer-Aikins, Duell, & Hutter, 2005) etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Alanyazında epistemolojik inançların problem çözme sürecindeki işlevine ilişkin az sayıda çalışmayla karşılaşıldığı gibi epistemolojik inanç ve matematiksel modelleme süreci arasındaki ilişkiye yönelik herhangi bir araştırmayla karşılaşılmamıştır.

Problem çözme ve epistemolojik inanç ilişkisine yönelik alanyazın incelendiğinde Kayan ve Çakıroğlu (2008), matematik öğretmeni adaylarının eğitimde matematiksel problem çözmenin önemli olduğuna ilişkin pozitif inançlara sahip olsalar da rutin hesaplama becerilerinin ve problem çözmede klasik ezber yaklaşımları izlemenin gerekli olduğuna ilişkin olumsuz bir inanç taşıdıklarını ifade etmektedir. Öğrencilerin problem çözmeye ilişkin inançlarını yordamada epistemolojik inançlarının önemli bir rolü bulunmaktadır (Hacıömeroğlu, 2011; Schommer-Aikins, Duell, & Hutter, 2005; Yılmaz ve Delice, 2007). Schoenfeld (1983), Yılmaz ve Delice (2007) ve Aksan ve Sözer (2007) matematik öğretmeni adaylarının matematiksel problemleri kısa sürede çözemediklerinde problemi çözmeyeceklerine inandıkları vurgulamaktadır. Schoenfeld (1994) de epistemolojik inancı yüksek bireylerin çözüm sürecinde daha dirençli olduklarını söylemektedir. Aksan ve Sözer'e (2007) göre, epistemolojik inancı gelişmiş öğrenciler karşılaştıkları problemler üzerinde daha fazla zaman ve çaba harcayarak daha esnek ve çok yönlü düşünceler oluşturabilmektedir. Schoenfeld'e (1992) göre, öğrencilerin gerçek yaşam durumunda veya matematiksel modelleme sürecindeki yaklaşımlarında bilgiyi algılarlarken, onu anlamlandırırlarken ve içselleştirirlerken sahip oldukları inançları onlara yol göstermektedir (bkz. Şekil 1). Tüm bunlar öğrencilerin ve öğretmenlerin sahip oldukları epistemolojik inançlarının onların matematiksel modellemedeki yaklaşımları ne düzeyde açıkladığı sorusunu önemli bir araştırma problemi haline getirmektedir. Bu yönüyle araştırma, öğretmenlerin sahip oldukları epistemolojik inançlarının gerçek yaşam problemlerinin matematiksel hale getirilerek matematiksel modellerle çözülmesi sürecindeki yaklaşımları ne düzeyde yordadığına ilişkin bir açıklama getirmeye çalışmaktadır.

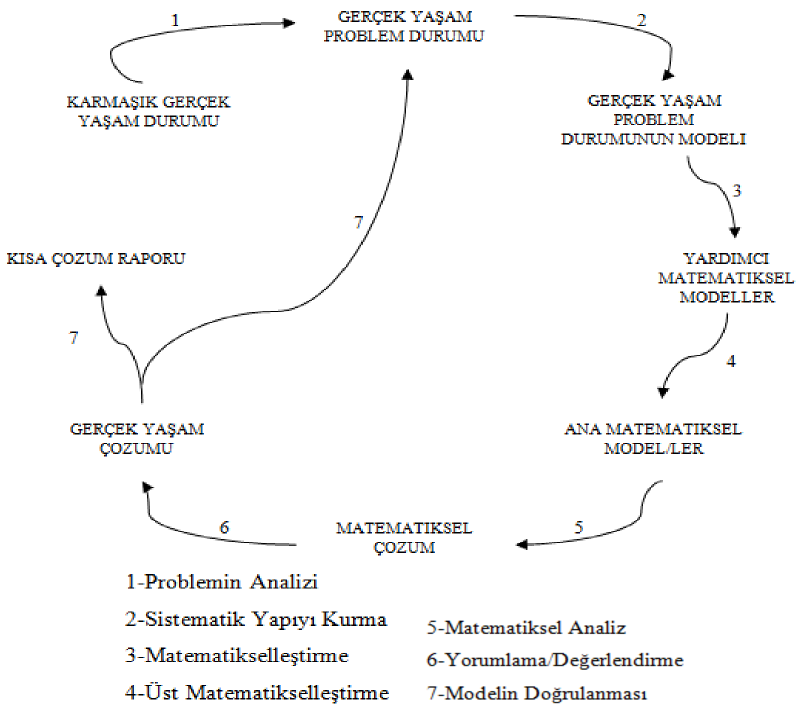


Şekil 1. Matematiksel Modelleme ve Epistemolojik İnancın İlişkisi

© Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Education. All rights reserved.
© Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi. Bütün hakları saklıdır.

Matematiksel modelleme sürecinin yapılandırılmasına ilişkin farklı süreç modelleriyle (Ang, 2010; Berry & Houston, 1995; Berry & Davies, 1996; Blum, 1996; 2011; Borrmeo Ferri 2006; Doerr, 1997; Galbraith & Stillman, 2006; Hıdıroğlu, 2012; Kaiser Meßmer, 1986; Maki & Thompson, 2010; Mason, 1988; Müller & Wittmann, 1984; Saeki & Matsuzaki, 2013; Siller & Greefrad, 2010) karşılaşılmaktadır. Araştırmalardaki süreç modelleri, kullanılan modelleme problemlerinin niteliği ve özellikleri, çözücünün düzeyi, araştırmanın kapsamlılığı ve kuramsal çerçevesine göre farklılıklar göstermektedir. Alanyazında modelleme sürecindeki bilişsel eylemlere ilişkin en kapsamlı açıklama getiren çalışmalar Galbraith & Stillman (2006) ve Hıdıroğlu'nun (2012) kuram oluşturma çalışmalarıdır. Her iki çalışma da temel basamaklar ve temel basamakları ortaya çıkaran alt basamaklar dikkate alınarak süreci açıklamaktadır. Galbraith & Stillman (2006) modelleme sürecinin 5 temel basamak ve 6 temel bileşenini 31 alt basamak ile açıklarken Hıdıroğlu (2012) sürecin 7 temel basamak ve 8 temel bileşenini 48 alt basamak ile açıklamaktadır. Bu yönüyle araştırmada kullanılan rubrikteki gerekli temel modelleme yeterliklerinin belirlenmesinde ve bu becerilerinin düzeylerinin kapsamlı ve daha etkili hazırlanmasında Hıdıroğlu'nun (2012) daha geniş bir bakış açısıyla hazırladığı süreç modelindeki temel bileşen, basamak ve alt basamakları dikkate alınmaktadır (bkz. Şekil 2). Bu doğrultuda, modelleme sürecindeki düşünceler ve yaklaşımlar yedi temel basamak ve sekiz temel bileşenden oluşan karmaşık ve döngüsel bir süreci içermektedir (Hıdıroğlu 2012).

Teoriye göre, ilk olarak karşılaşılan karmaşık gerçek yaşam durumu anlaşılmaktadır. Problemin analizinde gerçek yaşam durumunun karmaşıklığı ortadan kaldırılmaktadır. Sürecin devamında, gerçek yaşam durumunda istenilene ulaşmak için gerekli stratejik etkenler (değişken, sabit vb.), matematiksel kavramlar, teknolojik araçlar düşünülerek genel çözüm stratejisi ortaya atılmaktadır. Yani, gerçek yaşam durumundan yola çıkılarak üst düzey varsayımlardan hareketle sistematik yapı kurulmakta ve gerçek yaşam durumunun bir modeline ulaşılmaktadır. Zihinsel gösterimin bir yansıması olan gerçek yaşam durumunun modeli üzerinden çözüm ilerlemekte ve matematiksel semboller, bilgiler ve beceriler doğrultusunda stratejik etkenler gruplandırılmaktadır. Gerekli yardımcı matematiksel modeller [YMM] elde edilerek matematikselleştirme gerçekleştirilmektedir.



Şekil 2. Matematiksel Modelleme Süreci (Hıdıroğlu, 2012)

YMMlerden ana matematiksel modele [AMM] ulaşmak için, YMMlerin grafiksel veya cebirsel gösterimlerinden yararlanılmaktadır. AMM için gerekli stratejik etkenler doğrultusunda YMMler ilişkilendirilerek üst matematikselleştirme gerçekleştirilmektedir. Problemde istenen duruma ilişkin verilenler, AMMde yerlerine koyulmakta ve matematiksel çözüme ulaşılmaktadır. Bu basamakta, gerçek yaşam durumunun matematiksel analizi gerçekleştirilerek matematiksel çözümle birlikte matematiksel sonuçlar (modelin tanımlı olduğu olmadığı noktalar kritik noktaları) elde edilmektedir. Matematiksel çözüm; AMMden elde edilen ve istenilen duruma cevap veren matematiksel ifadeler olarak karşımıza çıkmaktadır. Matematiksel sonuçlar ise, bazen matematiksel çözüme ulaşmada kullanılırken; bazen de gerçek yaşam problemlerinin farklı durumları için AMMye genel bir bakış sağlamaktadır. Matematiksel çözüm ve sonuçlar, gerçek yaşam durumuna uyarlanarak matematiksel dünya ile gerçek yaşam arasında ilişki kurulmakta ve yorumlamalar yardımıyla matematiksel çözümden gerçek yaşam çözümüne, matematiksel sonuçlardan da gerçek yaşam sonuçlarına ulaşılmaktadır.

Modelleme sürecinde, gerçek yaşam çözümünün elde edilmesinin ardından günlük yaşam deneyimlerinden, problemlerle birlikte verilen animasyon, video ve resimlerden ve çözüm esnasında ortamda yapılabilen ölçümlerden yararlanılarak modelden elde edilen gerçek yaşam sonuçlarının doğruluğunun irdelendiği görülmektedir. Gerçek yaşam problemine ait teorik ve deneysel olarak elde edilen veriler karşılaştırılmakta ve modelin geçerliliği hakkında bir karara varılmaktadır. Eğer modelin geçerliliği çözücü tarafından tatmin edici bir boyuttaysa ileriki bileşen kısa çözüm raporu olmaktadır. Eğer modelin gerçek yaşam sonuçlarının gerçekçi

© Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Education. All rights reserved.
© Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi. Bütün hakları saklıdır.

olmadığı düşünülüyorsa; problem tekrar gözden geçirilmekte ve önceki basamaklara geri dönülerek çözümün doğruluğu sağlanmaya çalışılmaktadır.

Bu doğrultuda çalışmada, matematik öğretmenlerinin matematiksel modellemedeki yaklaşımlarını ve düşüncelerini açıklamada onların epistemolojik inançları söz konusu modelleme süreci kapsamında incelenmiştir. Öğretmenlerin epistemolojik inançlarının yapısı ve bunun yanında öğretim programlarında kendisine önemli bir yer bulan matematiksel modellemedeki yaklaşımlarda, sahip olunan epistemolojik inançların süreç ile ilişkisi önemli bir araştırma konusudur. Çalışmanın amacı, matematik öğretmenlerinin matematiksel modellemedeki yaklaşımlarını açıklamada epistemolojik inançlarının incelenmesidir. Bu doğrultuda araştırmanın problemi, "Matematik öğretmenlerinin epistemolojik inançları, onların matematiksel modellemedeki yaklaşımlarını ne düzeyde yordamaktadır?" şeklinde ifade edilmiştir.

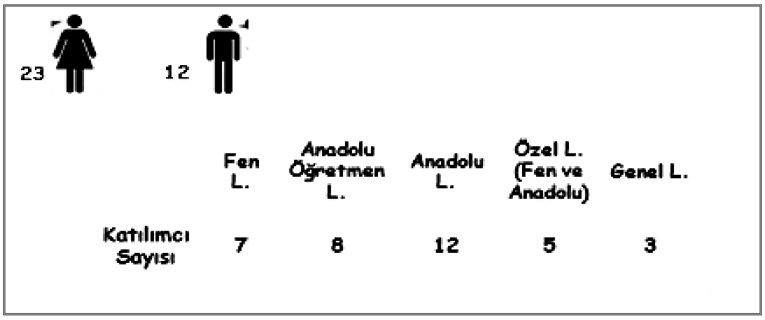
YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Temel olarak nitel anlayışın hakim olduğu çalışmada eş zamanlı olarak uygulanan karma (nitel ve nicel) veri toplama araçlarıyla, matematik öğretmenlerinin epistemolojik inançları ile matematiksel modellemedeki yaklaşımları arasındaki ilişki farklı açılardan ortaya koyulmaya çalışılmıştır.

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu İzmir'deki devlet liselerinde görev yapmakta olan 35 matematik öğretmeni oluşturmaktadır. Araştırma, öğretmenlere bir hafta boyunca verilen seminerin belli bir bölümünde yapılmıştır ve çalışma grubu belirlenirken, öğretmenlerin isteklilikleri de dikkate alınmıştır (bkz. Şekil 3). Öğretmenlerin yaklaşımları sunulurken $Ö_1$, $Ö_2$, $Ö_3$,…, $Ö_{35}$ şeklinde kod isimlerinden yararlanılmıştır.

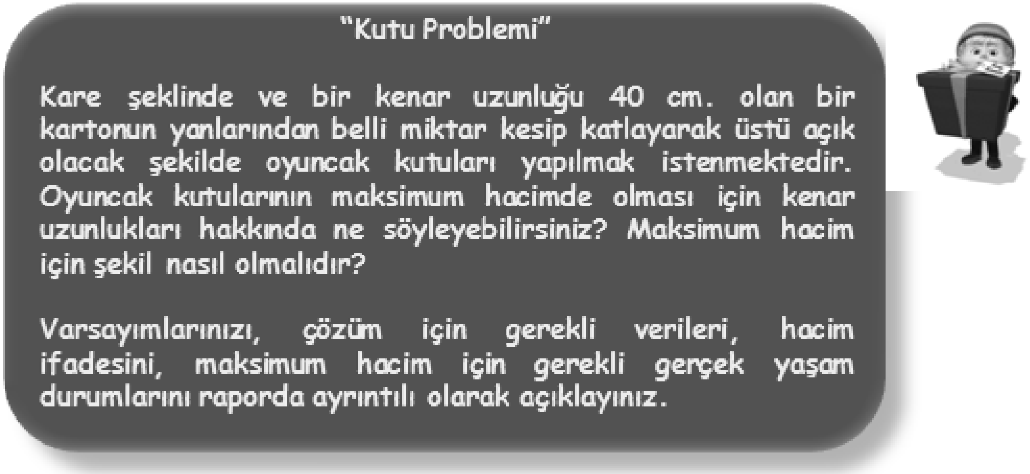


Şekil 3. Çalışma Grubu

Veri Toplama Araçları

Araştırmanın veri toplama araçlarından ilki, araştırmacılar tarafından çalışma için uygun bir problem olduğu düşünülen Kutu Problemi'dir (bkz. Şekil 4). Kutu

Problemi'nde, özellikle öğretmenlerin türev uygulamalarında öğrencilere sık sık uyguladıkları bir problemin içeriğinden hareket edilmiş ve bu şekilde söz konusu epistemolojik inançlarının modelleme sürecinde daha etkili bir şekilde gözlenmesi amaçlanmıştır.



Şekil 4. Kutu Problemi

Araştırmada kullanılan veri toplama araçlarından ikincisi, Schommer (1990) tarafından 63 madde ve 5 boyut altında geliştirilen epistemolojik inanç ölçeğinin, ülkemize Deryakulu ve Büyüköztürk (2002, 2005) tarafından 35 madde ve 3 boyut altında uyarlanmış halidir. Bu doğrultuda, uyarlanmış ölçek öğrenmenin çabaya bağlı olduğuna inanç (18 madde), öğrenmenin yeteneğe bağlı olduğuna inanç (9 madde) ve tek bir doğrunun var olduğuna inanç (8 madde) boyutlarından oluşmaktadır. Deryakulu ve Büyüköztürk'ün (2005) çalışmasının ve bu araştırmanın geçerlik-güvenirlik analizi sonuçlarına ilişkin veriler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Epistemolojik İnanç Ölçeğine İlişkin Geçerlik-Güvenirlik Analizi Sonuçları

Eİ BOYUTLARI	GEÇERLİK-GÜVENİRLİK ANALİZİ VERİLERİ	
	Deryakulu ve Büyüköztürk (2005)	Araştırma
ÖÇBOİ	.83	.827
ÖYBOİ	.67	.756
TBDOİ	.64	.706
ÖLÇEK	.74	.865

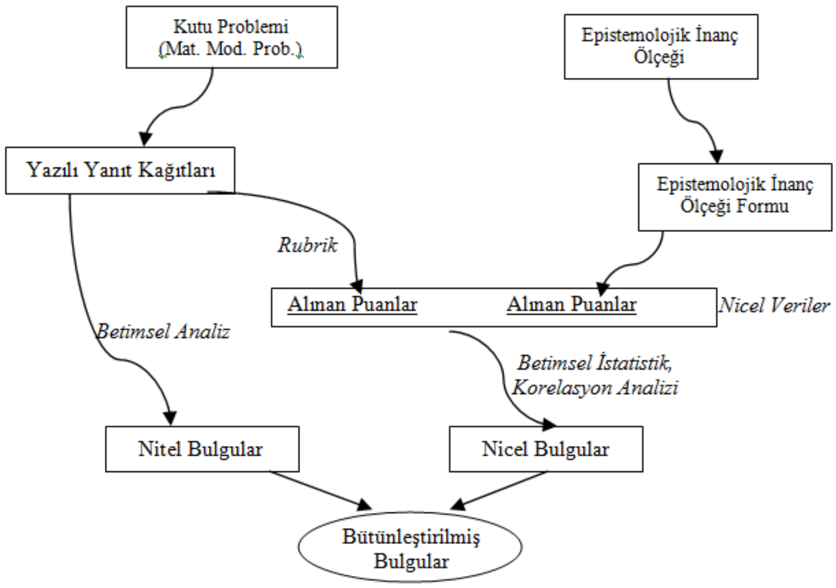
ÖÇBOİ: Öğrenmenin Çabaya Bağlı Olduğuna İnanç
ÖYBOİ: Öğrenmenin Yeteneğe Bağlı Olduğuna İnanç
TBDOİ: Tek Bir Doğrunun Var Olduğuna İnanç

© Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Education. All rights reserved.
© Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi. Bütün hakları saklıdır.

Araştırmada kullanılan veri toplama araçlarından üçüncüsü, araştırmacılar tarafından Hıdıroğlu'nun (2012) matematiksel modelleme süreci dikkate alınarak geliştirilmiş dereceli puanlama anahtarıdır (bkz. Ek 1). Dereceli puanlama anahtarı hazırlanırken, matematiksel modelleme sürecindeki yeterlikleri doğrultusunda Airasian'ın (1994) süreç odaklı değerlendirmeyi temel alan rubrik hazırlama kriterleri dikkate alınmıştır. Bu doğrultuda öncelikle modelleme sürecindeki süreç ve yeterlikler, teori dikkate alınarak seçilmiştir. Süreç veya yeterlikler için performans ölçütleri ortaya koyulmuştur. Dereceli puanlama anahtarını puanlamak için düzeylere karar verilmiştir. Bu doğrultuda yeterlikler için puanlama kriterleri 3-5 düzey arasında değişmiştir. En iyi çözüm performansı ve diğer öğrenci performansları da bu doğrultuda tanımlanmıştır. Moskal & Laydens'in (2000) yaklaşımı dikkate alınarak, rubriki içerik, yapı, ölçüt geçerliğini sağlaması açısından araştırmacılardan farklı iki uzman incelemiştir ve görüşleri doğrultusunda düzeltmeler yapılmıştır. Dokuz farklı matematiksel modelleme problemine ilişkin 112 farklı çözüm yardımıyla pilot çalışması gerçekleştirilmiş ve geçerlik-güvenirlik analizi yapılmıştır. Devamında puanlayıcılar (dört araştırmacı) arası uyuşmaya (Moskal & Laydens, 2000, Simon & Giroux, 2000) bakılmış ve bu doğrultuda kappa katsayısı (Stoddart, Abrams, Gasper, & Canaday, 2000) hesaplanarak 0.78 olarak bulunmuştur. Bu da puanlayıcılar arasında önemli derecede uyuşma olduğunu göstermektedir.

Verilerin Analizi

Nitel veriler matematik öğretmenlerinin Kutu Problemi'ne ilişkin yazılı yanıt kağıtlarından, nicel veriler epistemolojik inanç ölçeğinden ve araştırmacıların hazırladığı rubrik yardımıyla yazılı yanıt kağıtlarından elde edilmiştir. Nicel veri analizinde betimsel istatistikten ve korelasyon analizinden, nitel veri analizinde ise betimsel analizden yararlanılmıştır. Korelasyon analizinde, değişkenler normal dağılım gösterse de göstermese de daha hassas sonuçlara ulaşabilmek için Spearman korelasyon analizinden yararlanılmıştır. Bulgular sunulurken nitel ve nicel bulgular ışığında karşılaştırmalar yapılarak epistemolojik inançların matematiksel modelleme sürecindeki yaklaşımları ne düzeyde yordadığı açıklanmaya çalışılmıştır (bkz. Şekil 5).



Şekil 5. Araştırmanın Veri Toplama ve Analizi Süreci

Bulgular sunulurken gerekli yerlerde matematik öğretmenlerinin çözümlerinden alıntı yapılarak ve bu alıntılar ekleme yapılmadan olduğu gibi verilerek araştırmanın güvenirliği arttırılmaya çalışılmıştır. Araştırma hakkında bilgiye sahip uzman kişilerden, yapılan araştırmayı çeşitli boyutlarıyla incelemesinin istenmesiyle iç geçerlik arttırılmaya çalışılmıştır. Araştırma konusunda derin bilgiye sahip uzmanlardan araştırmanın çeşitli boyutlarının ve problemin uygunluğunun incelenmesi istenmiş, uzmanlar ile araştırmacılar değerlendirme toplantıları yapmış, uzmanlardan gelen görüşler dikkate alınmıştır.

BULGULAR

Verilerin analizinden elde edilen bulgular, epistemolojik inanç ölçeğinden ve rubrik yardımıyla matematik öğretmenlerinin problem çözümlerinden elde edilen sayısal puanlar çerçevesinde elde edilmiştir. Nicel analiz sonucunda elde edilen bulgularla, matematik öğretmenlerinin yazılı yanıt kağıtlarının analizinden elde edilen nitel bulgular birleştirilerek ve karşılaştırılarak sunulmuştur.

Elde edilen sayısal veriler incelendiğinde, matematik öğretmenlerinin epistemolojik inanç düzeylerinin ortalamanın üstünde olduğu ($\bar{x}$ =76.6) ve öğretmenlerin matematiksel modelleme problemine ilişkin çözümlerinde ortalamanın üstünde başarı sergiledikleri ($\bar{x}$=74.8) görülmüştür (bkz. Tablo 2).

Tablo 2. Matematik Öğretmenlerinin Epistemolojik İnanç Düzeylerine ve Matematiksel Modelleme Problemindeki Başarılarına İlişkin Genel Veriler

Değişken	N	$\bar{x}$	s
Epistemolojik İnanç	35	76.6	8.2

© Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Education. All rights reserved.
© Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi. Bütün hakları saklıdır.

Matematiksel Modelleme	35	74.8	11.6

Matematik öğretmenlerinin epistemolojik inanç ölçeğinden aldıkları puanlarla, matematiksel modelleme probleminin çözümüne ilişkin aldıkları puanlar arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere yapılan Spearman Korelasyon Analizi sonucunda, puanlar arasında istatistiksel açıdan .05 manidarlık düzeyinde pozitif yönde anlamlı bir ilişki ($r=.454$; $\rho<.05$) saptanmıştır (bkz. Tablo 3). Başka bir deyişle, modelleme sürecindeki zihinsel yaklaşımlar ve sahip olunan epistemolojik inanç arasında zayıf düzeyde ve pozitif yönde bir ilişki saptanmış ve matematik öğretmenlerinin epistemolojik inançlarının modelleme sürecindeki yaklaşımlarındaki değişimi .21 düzeyinde açıklayabildiği görülmüştür ($r^2=(.454)^2\approx.21$).

Tablo 3. Matematik Öğretmenlerinin Epistemolojik İnançları ve Matematiksel Modelleme Yaklaşımları Arasındaki İlişki

Değişken	**N**	**r**	**ρ**	**İlişki Düzeyi**
Epistemolojik İnanç-MM	35	.454	.016	Zayıf Düzey İlişki

Epistemolojik İnanç Boyutları ile Matematiksel Modellemedeki Yaklaşımlar Arasındaki İlişki

Matematik öğretmenlerinin tek bir doğrunun olduğuna ilişkin inanç boyutundan aldıkları puanlarla, matematiksel modelleme probleminin çözümüne ilişkin aldıkları puanlar arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere yapılan Spearman Korelasyon Analizi sonucunda, puanlar arasında istatistiksel açıdan .05 manidarlık düzeyinde pozitif yönde anlamlı bir ilişki ($r=.539$; $\rho <.05$) saptanmıştır (bkz. Tablo 4). Başka bir deyişle, modelleme sürecindeki zihinsel yaklaşımlar ve tek bir doğrunun olduğuna ilişkin inanç arasında orta düzeyde ve pozitif yönde bir ilişki saptanmış ve matematik öğretmenlerinin tek bir doğrunun var olduğuna ilişkin inançlarının modelleme sürecindeki yaklaşımlarındaki değişimi .29 düzeyinde açıklayabildiği görülmüştür ($r^2=(.539)^2\approx.29$).

Matematik öğretmenlerinin öğrenmenin yeteneğe bağlı olduğuna ilişkin inanç boyutundan aldıkları puanlarla, matematiksel modelleme probleminin çözümüne ilişkin aldıkları puanlar arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere yapılan Spearman Korelasyon Analizi sonucunda, puanlar arasında istatistiksel açıdan .05 manidarlık düzeyinde anlamlı bir ilişkiye ($r=.278$; $\rho >.05$) rastlanmamıştır (bkz. Tablo 4). Başka bir deyişle, modelleme sürecindeki zihinsel yaklaşımlar ve öğrenmenin yeteneğe bağlı olduğuna ilişkin inanç arasında herhangi bir ilişki bulunmamış ve matematik öğretmenlerinin öğrenmenin yeteneğe bağlı olduğuna ilişkin inançlarının modelleme sürecindeki yaklaşımlarındaki değişimi açıklamada yetersiz olduğu görülmüştür.

Matematik öğretmenlerinin öğrenmenin çabaya bağlı olduğuna ilişkin inanç boyutundan aldıkları puanlarla, matematiksel modelleme probleminin çözümüne ilişkin aldıkları puanlar arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere yapılan Spearman Korelasyon Analizi sonucunda puanlar arasında istatistiksel açıdan .05 manidarlık düzeyinde pozitif yönde anlamlı bir ilişki (r=.350; ρ <.05) saptanmıştır (bkz. Tablo 4). Başka bir deyişle, modelleme sürecindeki zihinsel yaklaşımlar ve öğrenmenin çabaya bağlı olduğuna ilişkin inanç arasında zayıf düzeyde ve pozitif yönde bir ilişki saptanmış ve matematik öğretmenlerinin öğrenmenin çabaya bağlı olduğuna inançlarının modelleme sürecindeki yaklaşımlarındaki değişimi .12 düzeyinde açıklayabildiği görülmüştür ($r^2=(.350)^2 \approx .12$).

Tablo 4. Matematik Öğretmenlerinin Epistemolojik İnanç Boyutları ve Matematiksel Modelleme Yaklaşımları Arasındaki İlişki

Değişken	N	r	ρ	İlişki Düzeyi
TBDOİ-MM	35	.539	.003	Orta Düzey İlişki
ÖYBOİ-MM	35	.278	.152	İlişki yok (p>.05)
ÖÇBOİ-MM	35	.350	.047	Zayıf Düzey ilişki

Epistemolojik İnanç ile Modellemede Varsayımlar Oluşturma Yaklaşımları Arasındaki İlişki

Matematik öğretmenlerinin epistemolojik inanç ölçeğinden aldıkları puanlarla, matematiksel modelleme sürecinde varsayımlar oluşturma yaklaşımlarına ilişkin aldıkları puanlar arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere yapılan Spearman Korelasyon Analizi sonucunda puanlar arasında istatistiksel açıdan .05 düzeyinde pozitif yönde anlamlı bir ilişki (r=.372; ρ <.05) saptanmıştır (bkz. Tablo 5). Başka bir deyişle, modelleme sürecinde varsayımlar oluşturma yaklaşımları ve sahip olunan epistemolojik inançları arasında zayıf düzeyde ve pozitif yönde bir ilişki saptanmış ve matematik öğretmenlerinin epistemolojik inançlarının modelleme sürecindeki varsayımlar oluşturma yaklaşımlarındaki değişimi .14 düzeyinde açıklayabildiği görülmüştür ($r^2=(.372)^2 \approx .14$).

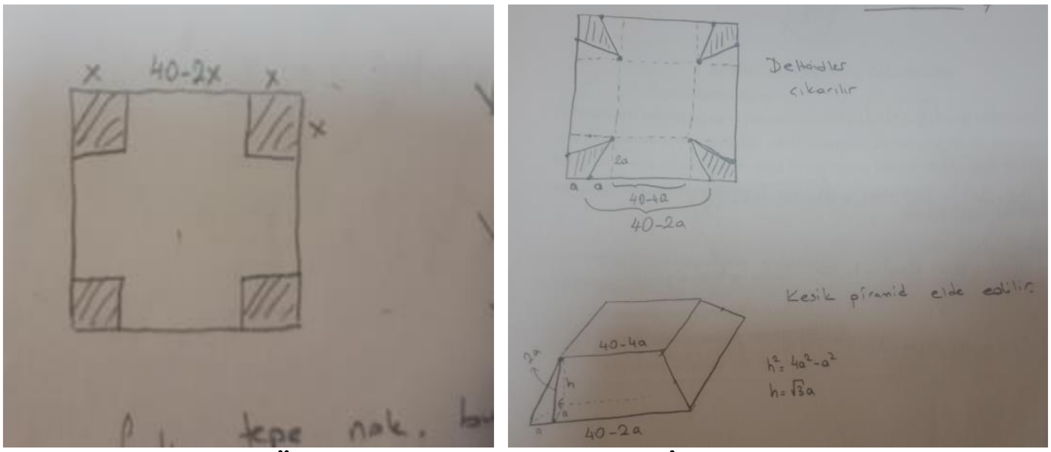
Tablo 5. Matematik Öğretmenlerinin Epistemolojik İnançları ve Modelleme Sürecinde Varsayımlar Oluşturma Yaklaşımları Arasındaki İlişki

Değişken	N	r	ρ	İlişki Düzeyi
Eİ-Varsayım Oluşturma	35	.372	.041	Zayıf Düzey İlişki

Epistemolojik inancı yüksek matematik öğretmenlerinden biri olan $Ö_{17}$'nin (Eİ Puanı: 90) Kutu Problemi'ne ilişkin çözümü incelendiğinde, $Ö_{17}$ problemin çözümü için kutunun şeklinin iki farklı biçimde ele alınabileceğini ifade etmiştir (bkz. Şekil 5). Bu doğrultuda $Ö_{17}$, köşelerden kareler kesilirse gerçeğe daha uygun

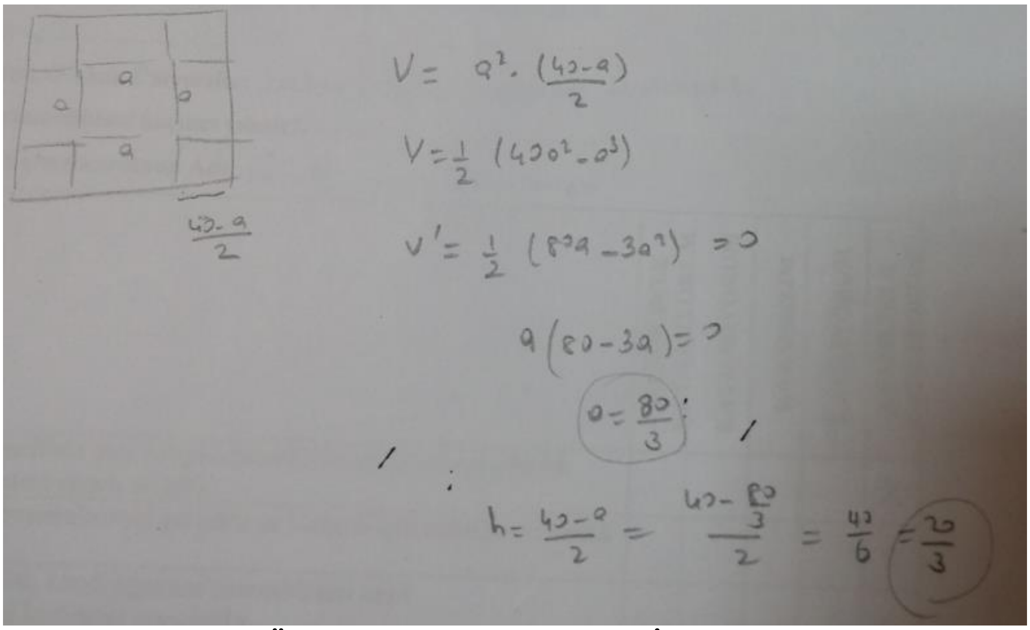
© Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Education. All rights reserved.
© Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi. Bütün hakları saklıdır.

bir çözümün elde edileceğini vurgulamış, eğer köşelerden deltoidler çıkarılırsa ise en uygun maliyetli kutunun elde edileceğini ifade ederek iki farklı temel varsayım çerçevesinde iki farklı çözümü gerçekleştirmiştir. Ö$_{17}$, öğretmenlerin türev uygulamalarında sıklıkla kullandıkları kutu problemindeki kalıp çözümün aksine problem ifadesindeki koşulları ele alarak yapabileceği en iyi çözümü yapmış ve farklı olası çözümleri de dikkate almıştır.



Şekil 5. Ö$_{17}$'nin Kutu Problemi'ne İlişkin Çözümü

Epistemolojik inancı düşük öğretmenlerin ise, çözümlerinde ders kitaplarındaki türev uygulamalarında kullandıkları kutu probleminin klasik kitap çözümlerini birebir kağıda aktardıkları ve kitapta ve bu çalışmadaki iki problemin yapısı arasındaki farklılıkları dikkate almadıkları görülmüştür. Bu tür çözümler tek bir varsayıma odaklı ve farklı değişkenlerin varlığına ilişkin yaklaşımlar içermeyen çözümler olmuştur. Kutunun kare prizma olabileceği gibi dikdörtgenler prizması veya farklı üç boyutlu şekillerde de olabileceği düşünüldüğünde, kitaplardaki klasik çözümün epistemolojik inancı düşük öğretmenlerde tek ve yüzeysel bir temel varsayıma götürmüştür. Aynı zamanda epistemolojik inancı düşük öğretmenler çözümde uyguladıkları varsayımları çözümlerinde açıklamamışlardır. Örneğin Ö$_{24}$, Kutu Problemi çözümünde kare prizma olarak kutuyu ele almış ve bu doğrultuda kenarlardan küçük kareler keserek kutunun oluşturulabileceğini varsaymıştır (bkz. Şekil 6). Ayrıca Ö$_{24}$, değişkenlere ilişkin varsayımlarını açıklamadan çözümde ilerlemiştir. Değişkenlerin söz konusu şartlardaki durumlarını açıklamamıştır.



Şekil 6. Ö$_{24}$'ün Kutu Problemi'ne İlişkin Çözümü

Epistemolojik İnanç ile Modellemede Strateji Kurma Yaklaşımları Arasındaki İlişki

Matematik öğretmenlerinin epistemolojik inanç ölçeğinden aldıkları puanlarla, matematiksel modelleme sürecinde strateji kurma yaklaşımlarına ilişkin aldıkları puanlar arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere yapılan Spearman Korelasyon Analizi sonucunda puanlar arasında istatistiksel açıdan .05 manidarlık düzeyinde pozitif yönde anlamlı bir ilişki ($r=.425$; $\rho <.05$) saptanmıştır (bkz. Tablo 6). Başka bir deyişle, modelleme sürecindeki zihinsel yaklaşımlar ve sahip olunan epistemolojik inanç arasında zayıf düzeyde ve pozitif yönde bir ilişki saptanmış ve matematik öğretmenlerinin epistemolojik inançlarının modelleme sürecindeki strateji kurma yaklaşımlarındaki değişimi .18 düzeyinde açıklayabildiği görülmüştür ($r^2=(.425)^2 \approx .18$).

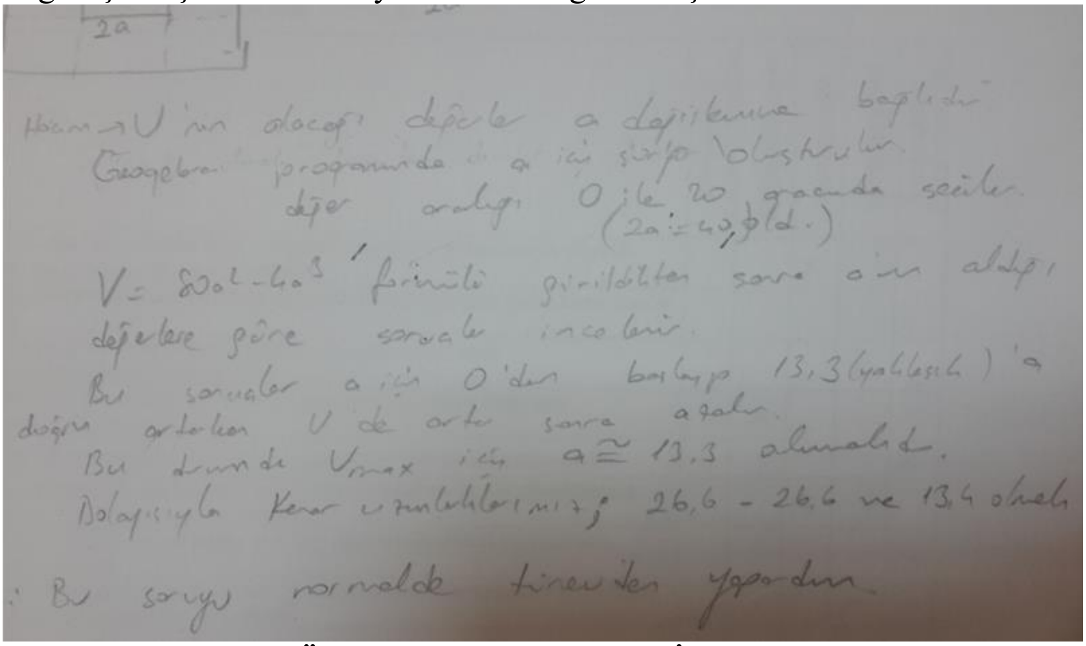
Tablo 6. Matematik Öğretmenlerinin Epistemolojik İnançları ve Modelleme Sürecinde Strateji Kurma Yaklaşımları Arasındaki İlişki

Değişken	N	r	ρ	İlişki Düzeyi
Eİ-Strateji Kurma	35	.425	.024	Zayıf Düzey İlişki

Epistemolojik inancı yüksek matematik öğretmenlerinden biri olan Ö$_{21}$'in (Eİ Puanı: 87) Kutu Problemi'ne ilişkin çözümü incelendiğinde, Ö$_{21}$ problemin çözümü için gerekli olan matematiksel modelden elde edilecek matematiksel ve gerçek sonuçların iki farklı strateji ile elde edilebileceğini vurgulamıştır. (bkz. Şekil 7). Bu doğrultuda, Ö$_{21}$ ilk strateji olarak cebirsel çözümden yararlanmıştır. İkinci strateji olarak ise, GeoGebra yardımıyla grafiksel gösterimlerden ve geometrik çizimlerden yararlanılarak yapılacak çözümden bahsetmiştir. Epistemolojik inancı yüksek

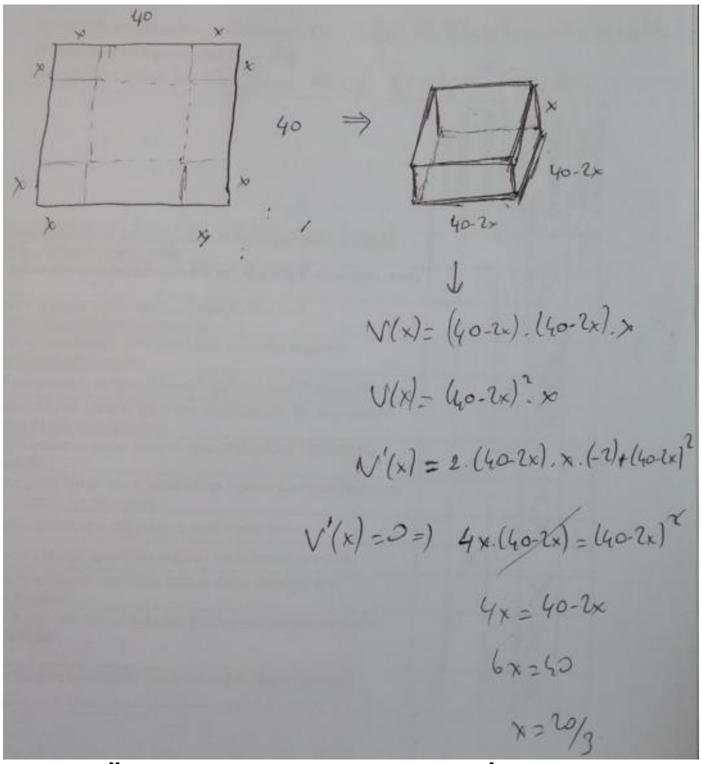
© Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Education. All rights reserved.
© Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi. Bütün hakları saklıdır.

öğretmenlerin genellikle birden fazla stratejiyi çözümlerinde dikkate aldıkları ve farklı görüşlere çözümlerinde yer verdikleri görülmüştür.



Şekil 7. Ö$_{21}$'in Kutu Problemi'ne İlişkin Çözümü

Epistemolojik inancı düşük öğretmenlerin çözümlerine bakıldığında, ders kitaplarındaki türev uygulamalarında kullandıkları klasik kutu probleminin kitap çözümlerini birebir kağıda aktarmışlar ve tek bir kalıp stratejiye odaklı ve farklı stratejilerin varlığına ilişkin hiçbir yaklaşım içermeyen çözümler sergilemişlerdir. Örneğin Ö$_6$ (Eİ Puanı: 65), Kutu Problemi çözümünde kitapta bulunan klasik çözümü kağıda aktarsa da ek açıklamalarla çözümlerinin gerekçelerini ifade etmemiştir (bkz. Şekil 8). Ö$_6$'nın çözümü için ortaya koyduğu genel stratejisi tek olduğu gibi çözümünü farklı stratejilerden yararlanarak gerçekleştirmediği görülmüştür. Ö$_6$ bu doğrultuda çözümünde cebirsel olarak elde ettiği kutunun hacmini veren matematiksel modelinin birinci türevini sıfıra eşitlemiştir. Ö$_6$ elde ettiği denklemin çözüm kümesinin elemanlarından birini neden belirtmeden ve maksimum nokta mı yoksa minimum nokta mı olduğunu göstermeden çözümünü sonlandırmıştır. Aynı zamanda, Ö$_6$ tek bir stratejiye bağlı kalmasının yanında gerçek yaşam çözümü ve sonuçlarına ulaşmamış ve gerçek yaşam durumunu yorumlamamıştır. Bunun yanında farklı stratejiler olarak matematiksel modelin bir parabol olduğu yaklaşımıyla ile çözümde ilerleyebilirdi. GeoGebra vb. bilgisayar yazılımlar kullanılabilirdi. Kutunun olası şekilleri doğrultusunda genel bir formül ortaya koyacak bir çözüm stratejisi seçebilirdi. Bununla birlikte Ö$_6$ doğrulama ve yorumlama sürecinde de yeterli stratejileri ortaya koymamıştır.



Şekil 8. $Ö_6$'nın Kutu Problemi'ne İlişkin Çözümü

Epistemolojik İnanç ve Yorumlama

Matematik öğretmenlerinin epistemolojik inanç ölçeğinden aldıkları puanlarla matematiksel modelleme sürecinde yorumlama yaklaşımlarına ilişkin aldıkları puanlar arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere yapılan Spearman Korelasyon Analizi sonucunda puanlar arasında istatistiksel açıdan .05 manidarlık düzeyinde pozitif yönde anlamlı bir ilişki ($r=.367$; $\rho < .05$) saptanmıştır (bkz. Tablo 7). Bir başka deyişle, modelleme sürecindeki zihinsel yaklaşımlar ve sahip olunan epistemolojik inanç arasında zayıf düzeyde ve pozitif yönde bir ilişki saptanmış ve matematik öğretmenlerinin epistemolojik inançlarının modelleme sürecindeki yorumlama yaklaşımlarındaki değişimi .14 düzeyinde açıklayabildiği görülmüştür ($r^2=(.367)^2 \approx .14$).

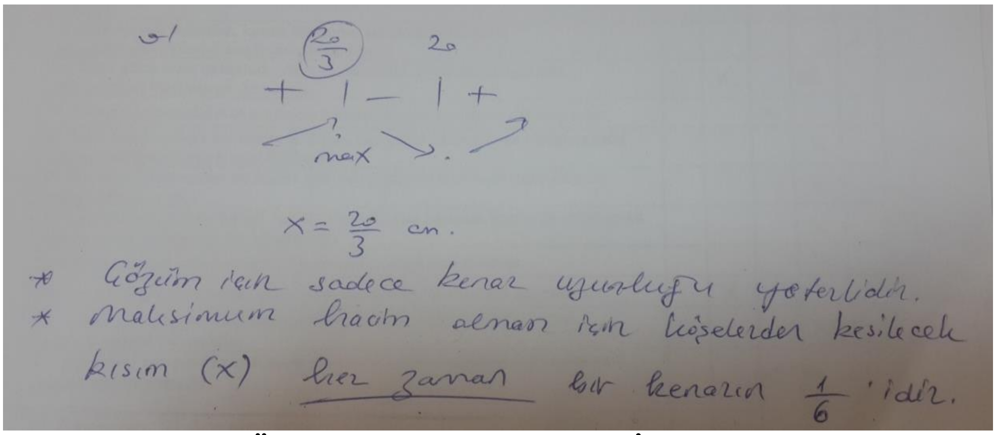
Tablo 7. Matematik Öğretmenlerinin Epistemolojik İnançları ve Modelleme Sürecinde Yorumlama Yaklaşımları Arasındaki İlişki

Değişken	N	r	ρ	İlişki Düzeyi
Eİ-Yorumlama	35	.367	.035	Zayıf Düzey İlişki

Epistemolojik inancı yüksek matematik öğretmenlerinden biri olan $Ö_7$'nin (Eİ Puanı: 87) Kutu Problemi'ne ilişkin çözümü incelendiğinde, $Ö_7$ problemin çözümünde gerçek yaşam çözümüne ulaştığı sırada çözüm için kenar uzunluklarının bilinmesinin yeterli olduğunu ve maksimum hacim için alınacak kesitin daima bir kenar uzunluğunun 6'da biri olduğunu ifade ettiği görülmüştür. Her ne kadar kısıtlı

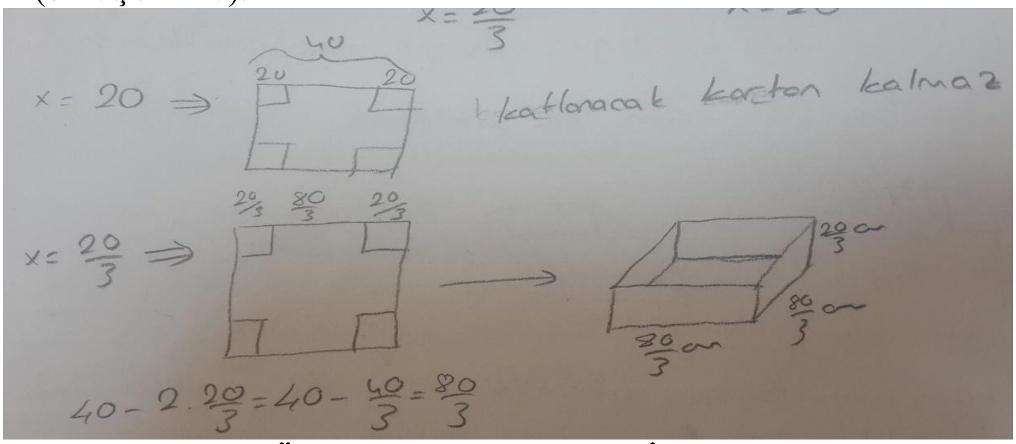
© Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Education. All rights reserved.
© Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi. Bütün hakları saklıdır.

ve eksik açıklamalar olsa da Ö$_7$ sadece çözüme ulaşmak ile yetinmeyip bulduğu bazı sonuçları da çözüm sürecine yansıtmayı düşünmüştür (bkz. Şekil 9). Bu doğrultuda, Ö$_7$ çözümde sadece istenen şeyle yetinmeyip var olan durumdan farklı sonuçlar da elde etme yoluna gitmiştir.



Şekil 9. Ö$_7$'nin Kutu Problemi'ne İlişkin Çözümü

Aynı şekilde Ö$_9$, farklı gerçek yaşam sonuçlarının çözüme etkilerini açıkladığı görülmüştür. Bu doğrultuda, Ö$_9$ köşelerden kesilecek kısmı x değişkeniyle ifade etmiş ve x'in 20 olamayacağı çözümünde görsellerle destekleyerek göstermiştir. Bu doğrultuda $0<x<20$ olarak gerçek yaşam sonuçlarını matematiksel olarak vurgulamıştır. Gerçek yaşam çözümü olarak maksimum hacim için $x=20/3$ olduğunu ifade ederek x için değişik durumları çözümde dikkate almıştır (bkz. Şekil 10).



Şekil 10. Ö$_9$'un Kutu Problemi'ne İlişkin Çözümü

Epistemolojik inancı düşük öğretmenlerin çözümlerine bakıldığında, ders kitaplarındaki türev uygulamalarında kullandıkları klasik kutu probleminin kitap çözümlerini birebir kağıda aktardıkları ve tek bir kalıp stratejiye odaklı ve farklı yaklaşımların varlığına ilişkin hiçbir yaklaşım içermeyen çözümler olmuştur.

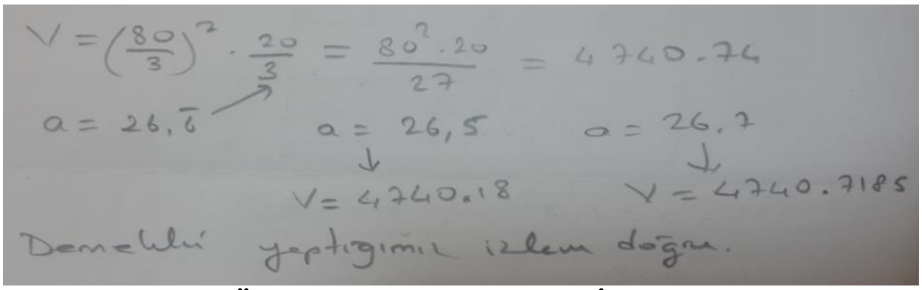
Epistemolojik İnanç ve Doğrulama

Matematik öğretmenlerinin epistemolojik inanç ölçeğinden aldıkları puanlarla matematiksel modelleme sürecinde doğrulama yaklaşımlarına ilişkin aldıkları puanlar arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere yapılan Spearman Korelasyon Analizi sonucunda puanlar arasında istatistiksel açıdan .05 manidarlık düzeyinde pozitif yönde anlamlı bir ilişki ($r=.367$; $\rho < .05$) saptanmıştır (bkz. Tablo 8). Bir başka deyişle, modelleme sürecindeki zihinsel yaklaşımlar ve sahip olunan epistemolojik inanç arasında zayıf düzeyde ve pozitif yönde bir ilişki saptanmış ve matematik öğretmenlerinin epistemolojik inançlarının modelleme sürecindeki doğrulama yaklaşımlarındaki değişimi .19 düzeyinde açıklayabildiği görülmüştür ($r^2=(.440)^2 \approx .19$).

Tablo 8. Matematik Öğretmenlerinin Epistemolojik İnançları ve Modelleme Sürecinde Doğrulama Yaklaşımları Arasındaki İlişki

Değişken	N	r	ρ	İlişki Düzeyi
Eİ-Doğrulama	35	.440	.019	Zayıf Düzey İlişki

Epistemolojik inancı yüksek matematik öğretmenlerinden biri olan $Ö_7$'nin (Eİ Puanı: 87) Kutu Problemi'ne ilişkin çözümü incelendiğinde, $Ö_7$ problemin çözümünde gerçek yaşam çözümüne ulaştığı sırada çözüm için kenar uzunluklarının bilinmesinin yeterli olduğunu ve maksimum hacim için alınacak kesitin daima bir kenar uzunluğunun 6'da biri olduğunu ifade ettiği görülmüştür. Her ne kadar kısıtlı ve eksik açıklamalar olsa da $Ö_7$ sadece çözüme ulaşmak ile yetinmeyip bulduğu bazı sonuçları da çözüm sürecine yansıtmayı düşünmüştür (bkz. Şekil 12). Bu doğrultuda, $Ö_7$ çözümde sadece istenen şeyle yetinmeyip var olan durumdan farklı sonuçlar da elde etme yoluna gitmiştir.



Şekil 10. $Ö_5$'in Kutu Problemi'ne İlişkin Çözümü

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Matematik öğretmenlerinin matematiksel modellemedeki yaklaşımlarını açıklamada epistemolojik inançlarının incelendiği çalışmada, öğretmenlerin epistemolojik inançları ile matematiksel modellemedeki yaklaşımları arasında zayıf düzeyde bir ilişki ortaya çıkmış ve öğretmenlerin epistemolojik inançları modelleme sürecindeki bazı yaklaşımları zayıf veya orta düzeyde yordamıştır. Epistemolojik inançların problem çözme sürecinde önemli bir rol oynadığı düşünüldüğünde

© Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Education. All rights reserved.
© Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi. Bütün hakları saklıdır.

(Schommer - Aikins, Duell, & Hutter, 2005; Yılmaz ve Delice, 2007; Hacıömeroğlu, 2011), bu çalışma da epistemolojik inançların matematiksel modelleme sürecindeki yaklaşımları yordadığını göstermiştir.

Matematiksel modellemenin çok boyutlu yapısı dikkate alındığında ortaya çıkan zayıf ve orta düzeydeki ilişkilerin önemli bir sonuç olduğu düşünülmektedir. Perry (1970) zihinsel ve ahlaki gelişim modelinde, kişileri epistemolojik inanç düzeylerine göre dört farklı sınıfa ayırmıştır: düalist, çoğulcu, görelilik sahibi ve göreliliğin yanında bağlılık sahibi (epistemolojik inancı düzeyi düşükten yükseğe doğru). Buna göre, bu araştırma düalist kişilerin matematiksel modellemede daha sıradan ve gerçek yaşama göre hatalı veya eksik yaklaşımlarda bulunduklarını göstermiştir. Bununla birlikte, göreliliğin yanında bağlılığa sahip bireyler ise matematiksel modellemede birden fazla düşünceyi ve stratejiyi dikkate alan ve gerçek yaşamla daha iç içe zengin çözüm yaklaşımlarında bulunmuşlardır.

Matematik öğretmenlerinin tek bir doğrunun var olduğuna yönelik inançları matematiksel modellemedeki yaklaşımlarını orta düzeyde yordamıştır. Başka bir deyişle, matematik öğretmenlerinin tek bir doğruya var olduğuna ilişkin bakış açıları ne kadar esnekse (epistemolojik inancı yüksek bireylerin bir özelliği), bu inanç onların matematiksel modellemedeki yaklaşımlarındaki başarılarını veya etkililiklerini olumlu yönde ve orta düzeyde açıklamıştır.

Matematik öğretmenlerinin öğrenmenin yeteneğe bağlı olduğuna ilişkin inançları ve matematiksel modellemedeki yaklaşımları arasında herhangi bir ilişkiye rastlanmamıştır. Başka bir deyişle, matematik öğretmenlerinin öğrenmenin yeteneğe bağlı olduğuna ilişkin bakış açıları ne kadar esnekse (epistemolojik inancı yüksek bireylerin bir özelliği), bu inanç onların matematiksel modellemedeki yaklaşımlarındaki başarılarını veya etkililiklerini açıklamamıştır.

Matematik öğretmenlerinin öğrenmenin çabaya bağlı olduğuna yönelik inançları matematiksel modellemedeki yaklaşımlarını zayıf düzeyde yordamıştır. Başka bir deyişle, matematik öğretmenlerinin öğrenmenin çabaya bağlı olduğuna ilişkin bakış açıları ne kadar yüksekse (epistemolojik inancı yüksek bireylerin bir özelliği), bu inanç onların matematiksel modellemedeki yaklaşımlarındaki başarılarını veya etkililiklerini olumlu yönde ve zayıf düzeyde açıklamıştır. Aksan ve Sözer'in (2007) çalışmasına paralel olarak, bu çalışmada da epistemolojik inancı gelişmiş öğretmenler karşılaştıkları problemler üzerinde daha fazla çaba harcamışlar ve daha farklı ve çok yönlü yaklaşımlar oluşturmuşlardır.

Underhill'in (1988) ifade ettiği gibi, öğretmenlerin matematik hakkındaki inançlarının değerlendirilmesi ve bu inançların onları nasıl etkilediğinin bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Bu düşünceyle matematiksel modellemedeki yaklaşımlar ve epistemolojik inanç arasındaki ilişkinin literatürde ilk defa dikkate alındığı bu çalışma, epistemolojik inancı yüksek matematik öğretmenlerinin özellikle varsayımları belirleme, yorumlama, strateji kurma, doğrulama gibi belli modelleme yaklaşımlarında başarılı olduklarını göstermiştir. Farklı modelleme türlerini içeren çalışmalarla daha ayrıntılı sonuçların edinilebileceği düşünülmektedir. Öğrencilerin veya öğretmenlerin epistemolojik inançların ve modelleme becerilerinin geliştirilmesine yönelik öğretim etkinliklerinin düzenlenmelidir. Underhill (1988) ve Schoenfeld'in (1992) de vurguladığı gibi, bilişsel yeterlikler sahip olunan inançlara bağımlı bir değişken olarak düşünülmelidir. Matematiksel modellemedeki temel zihinsel eylemlerden biri olan üst bilişsel eylemlerin beslendiği kaynaklarından birisi de inançlardır (Schoenfeld, 1992). Simon (1986) ve Lucangeli & Cornoldi (1997) de üst bilişsel yaklaşımların bileşenlerinden biri olarak üst bilişsel inançları ele almaktadır. Araştırmada da paralel olarak, matematik öğretmenlerinin epistemolojik inançları ve matematiksel modellemedeki bilişsel ve üst bilişsel eylemlerin bir göstergesi olan yaklaşımları arasında pozitif yönde bir ilişkinin var olduğu ortaya çıkmıştır.

Literatürde daha büyük bir çalışma grubuyla daha kapsamlı nitel veri analizinin içeren çalışmalara veya daha farklı kuramsal yaklaşımlarla yürütülmüş araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca Berry & Houston'ın (1995) sınıflandırması dikkate alınarak farklı tür modelleme problemleriyle çalışmalar yürütülebilir.

KAYNAKLAR

Airasian, P. W. (1994). *Classroom assessment*. New York: McGraw-Hill.

Aksan, N. ve Sözer, M. A. (2007). Üniversite öğrencilerinin epistemolojik inançları ile problem çözme becerileri arasındaki ilişkiler. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, *8(1)*, 31–50.

Ang, K. C. (2010). Teaching and learning mathematical modelling with technology. Nanyang Technological University.(http://atcm.mathandtech.org/ep2010/invited/3052010_18134.pdf adresinden 20. 03. 2012 tarihinde alınmıştır.).

Berry, J. and Davies, A. (1996) Written reports. Eds. C. R. Haines and S. Dunthorne, *Mathematics Learning and assessment: Sharing Innovative Practices*. London: Arnold, 3.3-3.11.

Berry, J. & Houston K. (1995). *Mathematical Modelling.* Bristol: J. W. Arrowsmith Ltd.

Blum, W. & Niss, M. (1989). Mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects –State, trends and issues in mathematics instruction. M. Niss, W. Blum & I. Huntley (Eds.), *Modelling applications and applied problem solving* (pp. 1-19). England: Halsted Press.

Blum, W. (1996). Anwendungsbezüge im Mathematikunterricht-Trends und Pesrpetiven. G. Kadunz (Ed.), *Trends und Perspektiven. Schriftenreihe Didaktik Der Mathematik*, 23. Vienna: Hölder-Pichler-Tempsky, 15-38.

Blum, W. (2011). Can modelling be taught and learnt? Some answers from empirical research. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri & G. Stillman (Eds.), *Trends in the teaching and learning of mathematical modelling - Proceedings of ICTMA14*. (pp. 15-30). New York: Springer.

© Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Education. All rights reserved.
© Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi. Bütün hakları saklıdır.

Borromeo Ferri, R. (2006). Theoretical and Empirical Differentiations of Phases in the Modelling Process. In Kaiser, G., Sriraman B. & Blomhoij, M. (Eds.) *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik,* 38(2), 86-95.

Chan, K. & Elliot, R. G. (2000). Exploratory study of epistemological beliefs to Hong Kong teacher education students: Resolving conceptual and empirical issues. *Asia Pasific Journal of Teacher Education, 28 (3),* 225-234.

Deryakulu, D. (2004). Üniversite öğrencilerinin öğrenme ve ders çalışma stratejileri ile epistemolojik inançları arasındaki ilişki, *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, *38*, 230–249.

Deryakulu, D. ve Büyüköztürk, Ş. (2002). Epistemolojik inanç ölçeğinin geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Eğitim Araştırmaları, 8*, 111–125.

Deryakulu, D. ve Büyüköztürk, Ş. (2005). Epistemolojik inanç ölçeğinin faktör yapısının yeniden incelenmesi: Cinsiyet ve öğrenim görülen program türüne göre epistemolojik inançların karşılaştırılması. *Eğitim Araştırmaları, 18,* 57–70.

Doerr, H. M. (1997). Experiment, Simulation And Analysis: An Integrated Instructional Approach To The Concept Of Force. *International Journal Of Science Education,* 19, 265-282.

Galbraith, P. and Stillman, G. (2006). A Framework for Identifying Student Blockages During Transitions in the Modelling Process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM,* 38(2), 143-162.

Hacıömeroğlu, G. (2011). Sınıf Öğretmeni Adaylarının Matematiksel Problem Çözmeye İlişkin İnançlarını Yordamada Epistemolojik İnançlarının İncelenmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, 30, 206-220.

Hıdıroğlu, Ç. N. (2012). Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme problemlerinin çözüm süreçlerinin analiz edilmesi: Yaklaşım ve düşünme süreçleri üzerine bir açıklama (Yayımlanmış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Hıdıroğlu, Ç. N. (2015). Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme problemlerinin çözüm süreçlerinin analizi: Bilişsel ve üst bilişsel yapılar üzerine bir açıklama **(**Yayımlanmamış Doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Işıksal, M., Kurt, G., Doğan, O., ve Çakıroğlu, E. (2007). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının epistemolojik kavramlamaları: Üniversite ve sınıf düzeyinin etkisi. *İlköğretim Online*, *6*(2), 313–321.

Kaiser Meßmer, G. (1986). *Anwendungen im mathematikunterricht. Vol. 1- Theoretische Konzeptionen.* Vol. 2 – Empirische Untersuchungen. Bad Salzdetfurth: Franzbecker.

Kayan, F. ve Çakıroğlu, E. (2008). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel problem çözmeye yönelik inançları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *35,* 218–226.

King, P. M. & Kitchener, K. S. (1994). *Developing reflective judgment: Understanding and promoting intellectual growth and critical thinking in adolescents and adults*. San Francisco: Jossey-Bass.

Lucangeli, D. & Cornoldi, C. (1997). Mathematics and metacognition: What is the nature of the relationship? *Mathematical Cognition, 3,* 121-139.

Maki, D. and Thompson, M. (2010). *The mathematical modeling cycle*. http://www.indiana.edu/~hmathmod/modelmodel.html adresinden 5.2.2014 tarihinde alınmıştır.).

Mason, J., (1988). Modelling: What do we really want pupils to learn?. In D. Pimm (Ed.), *Mathematics, Teachers and Children*, (pp. 201-215). London: Hodder & Stoughton.

Moskal, B. M. & Leydens, J. A. (2000). Scoring rubric development: Validity and reliability. *Practical Assessment, Research & Evaluation, 7(10)*. Available from: http://pareonline.net/getvn.asp?v=7&n=10.

Müller, G., & Wittmann, E. (1984*). Der mathematikunterricht in der primarstufe*. Braunschweig: Vieweg.

Perry, W. G., Jr. (1968). *Forms of intellectual and ethical development in the college years: A scheme*. New York: Holt, Rinehart & Winston.

Saeki, A. and Matsuzaki, A. (2013). Dual modelling cycle framework for responding to the diversities of modellers. In G. Stillman, G. Kaiser, W. Blum, & J. Brown (Eds.), *Teaching Mathematical Modelling: Connecting to Research and Practice,* (pp. 89-99). New York, USA: Springer.

Schoenfeld, A. H. (1983). Beyond the purely cognitive: Belief systems, social cognitions, and metacognitions as driving forces in intellectual performance. *Cognitive sciences, 7,* 329-63.

Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to Think Mathematically: Problem Solving, Metacognition, and Sense Making in Mathematics. D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, (pp. 334-370). New York: Macmillan.

Schoenfeld, A. H. (1994). Reflections on doing and teaching mathematics. In Alan. H. Schoenfeld (Ed.), *Mathematical thinking and problem solving* (pp. 53-69). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Scheerens, J. & Stoel W. (1988). Development Of Theories Of School Effectiveness. *Annual Meeting Of American Educational Research Association* (pp. 1-28). New Orleans.

Schommer, M. (1990). Effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension. *Journal of Educational Psychology, 82(3),* 498-504.

Schommer, M. (1993). Epistemological development and academic performance among secondary students. *Journal of Educational Psychology, 85(3),* 406-411.

Schommer-Aikins, M., Duell, O. K., & Hutter, R. (2005). Epistemological beliefs, mathematical problem solving beliefs, and academic performance of middle school students. *The Elementary School Journal*, *105*(3), 289–304.

© Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Education. All rights reserved.
© Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi. Bütün hakları saklıdır.

Siller, H. S. and Greefrath, G. (2010). Mathematical Modelling In Class Regarding To Technology. *CERME 6 – Proceedings of the sixth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education,* 108-117.

Simon, H. A. (1986). The information-processing explanation of Gestalt phenomena. *Computers in Human Behavior, 2,* 241–255.

Simon, M., & Forgette-Giroux, R. (2000). Impact of a content selection framework on portfolio assessment at the classroom level. *Assessment in Education: Principles, Policy and Practice, 17(1),* 103-121.

Stoddart, T, Abrams, R., Gasper, E., & Canaday, D. (2000) Concept maps as assessment in science inquiry learning – a report of methodology. *International Journal of Science Education*, *22(12),* 1221-1246.

Tsai, C. (2006). Teachers' scientific epistemological views: The coherence with instruction and students' views. *Science Education, 91,* 222-243.

Underhill, R. G. (1988). Mathematics learners' beliefs: A review. *Focus on Learning Problems in Mathematics, 10 (1),* 55–69.

Verschaffel, L., De Corte, E., & Borghart, I. (1997). Pre-service teachers' conceptions and beliefs about the role of real-world knowledge in mathematical modeling of school word problems. *Learning and Instruction, 7(4),* 339-359.

Yılmaz, K. ve Delice, A. (2007). Öğretmen adaylarının epistemolojik ve problem çözme inançlarının problem çözme sürecine etkisi. *XVI. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi* (s. 575–581), Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.

Ek 1.Matematiksel Modelleme Sürecine İlişkin Tasarlanan Dereceli Puanlama Anahtarı

Puan	1- Problemi anlamlandırma
0	Problemi anlamama ve çözümde ilerlememe
1	Problemi bir ölçüde anlama ve önemli noktaları gözden kaçırma
2	Problemi tam olarak anlamlandırma
	2- Problemdeki gerekli stratejik etkenleri ortaya koyma
0	Stratejik etkenleri belirleyememe ve çözümde ilerlememe
1	Stratejik etkenlerden önemli olan bazılarını görmeme
2	Stratejik etkenlerden daha az etkili olanları görmezden gelerek daha önemli olanları dikkate alma
3	Tüm stratejik etkenleri düşünerek bu etkenlerin etkisinin farkında olma.
	3- Varsayımlar oluşturma
0	Varsayımlarda bulunmama ve çözümde ilerlememe
1	Temel varsayımları görmezden gelme ve gerçekçi düşünmeme
2	Varsayımları daha genel durumlar için seçmeme
3	Varsayımları tek bir durum için seçerek farklı durumları düşünmeme.
4	Tüm genel durumlar doğrultusunda gerekçeyi belirterek varsayımlardan daha etkili veya gerçekçi olanları seçme
	4- Matematiksel sembolleri uygun bir şekilde kullanma
0	Matematiksel sembolleri kullanmama ve çözümde ilerlememe.
1	Farklı stratejik etkenler için aynı sembolleri kullanma ve çözümde bunları ayırt edememe
2	Farklı stratejik etkenler için farklı matematiksel sembolleri kullanma
3	Matematiksel sembolleri değişken sabit ve parametreleri dikkate alarak tam ve doğru bir şekilde kullanma
	5- Gerekli matematiksel kavramları belirleme
0	Çözüm için gerekli matematiksel kavramları belirlememe ve çözümde ilerlememe.
1	Gerekli matematiksel kavramları belirleme ama nasıl kullanacağını tam olarak bilmeme.
2	Gerekli matematiksel kavramları belirlerken bazı noktalarda hatalar yaparak ilerleme.
3	Temel matematiksel kavramları belirleme ama uygulamada bazı hatalar/eksiklikler yapma.
4	Temel matematiksel kavramları tam olarak belirleme ve doğru bir şekilde uygulama.
	6- Etkili bir problem çözme stratejisi ortaya koyma
0	Etkili bir problem çözme stratejisi belirlememe ve çözümde ilerlememe.
1	Durumu açıklayabilecek etkili bir çözüm stratejisi ortaya koymama.
2	Etkili bir problem çözme stratejisi belirleme ama uygulamada hatalar veya eksiklikler yapma.
3	Etkili bir strateji belirleme ve doğru bir şekilde uygulama.
	7- Uygun matematiksel modelleri oluşturma
0	Stratejik etkenleri kullanarak matematiksel modeller oluşturmama ve çözümde ilerlememe.
1	Bazı stratejik etkenleri kullanarak daha az etkili matematiksel modeller oluşturma.
2	Temel stratejik etkenleri kullanarak etkili matematiksel modeller oluşturma.
3	Tüm stratejik etkenleri etkili kullanma ve ideale yakın matematiksel modeller oluşturma.
	8- Matematiksel modellerden istenen çözüme ve farklı sonuçlara ulaşma
0	Matematiksel çözüm ve sonuçlara ulaşmama ve çözümde ilerlememe.
1	Matematiksel çözüm ve sonuçlara bir ölçüde ulaşma ama ne yaptığının farkında olmama yada hatalar yapma.
2	Matematiksel çözüme ulaşma ama önemli sonuçları düşünmeme.
3	Matematiksel çözüme ulaşma ve bazı önemli sonuçları ortaya koyma.
4	Ne yaptığının farkında olarak matematiksel çözüm ve sonuçlara tam olarak ulaşma.
	9- Elde ettiklerini gerçek yaşam durumuna göre yorumlama
0	Çözümü ve sonuçları gerçek yaşama göre yorumlamama ve çözümde ilerlememe.
1	Matematiksel dünya ve gerçek yaşam arasında etkili bir ilişkilendirme yapmama.
2	Çözüm ve sonuçlarla ilgili bazı doğru yorumlarda bulunma ama ne yaptığının tam olarak farkında olmama.
3	Çözümle ve elde ettikleri ile ilgili doğru yorumlarda bulunma.
4	Çözüm ve önemli sonuçları etkili bir şekilde yorumlama ve ne yaptığının farkında olma.
	10- Elde ettiklerini farklı yollarla doğrulamaya çalışma
0	Çözümü kontrol etmeme, doğrulama yapmama ve çözümde ilerlememe.
1	Çözümü kontrol etme ama farklı yollarla çözümü doğrulamama.
2	Çözümü kontrol etme ve bir ölçüde uygun farklı yollarla çözüme ilişkin doğrulama yapma
3	Çözümü kontrol etme ve uygun farklı yollarla çözüme ilişkin doğrulama yapma

© Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Education. All rights reserved.
© Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi. Bütün hakları saklıdır.